

**APLICACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE UN "PROCESO DE  
INFRAESTRUCTURA DE EDIFICACIONES" MEDIANTE UN MODELO  
TRIDIMENSIONAL INTEGRADO A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA**

**CARLOS JAVIER GÓMEZ AGUILAR**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
BUCARAMANGA  
2020**

**APLICACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE UN "PROCESO DE  
INFRAESTRUCTURA DE EDIFICACIONES" MEDIANTE UN MODELO  
TRIDIMENSIONAL INTEGRADO A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA**

**CARLOS JAVIER GÓMEZ AGUILAR**

**Director:**

**Sergio Fernando Castillo Castelblanco  
Ph.D en Ingeniería de Sistemas Telemáticos**

**Codirector:**

**Duván Yahír Sanabria Echeverry  
Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
BUCARAMANGA**

**2020**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Industrial de Santander por permitirme realizar mis estudios y desarrollarme como profesional. También, por brindarme los espacios y recursos necesarios para realizar cada una de mis labores académicas como estudiante.

A la escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática y al grupo de investigación de Geomática por ofrecerme las herramientas para poder llevar a cabo este proyecto de grado.

Al profesor Sergio Fernando Castillo por dirigir este proyecto de grado, por sus aportes y por el apoyo brindado durante el desarrollo del proyecto. También, quiero agradecer a mi codirector Duván Yahir Sanabria Echeverry por su gran entrega, apoyo y compromiso, por haberme transmitido sus conocimientos, por sus consejos y especialmente por su paciencia durante la realización de este proyecto.

A los profesores, amigos, compañeros y familiares que durante mi carrera universitaria estuvieron apoyándome y de una u otra forma contribuyeron al desarrollo de mi formación profesional.

¡Muchas gracias!

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	19
1 OBJETIVOS.....	21
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
2 MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 EDIFICACIONES .....	22
2.2 EDIFICACIONES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	23
2.3 CICLO DE VIDA DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS...	25
2.4 INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO .....	28
2.4.1 Building Management System. ....	28
2.4.1.1 ¿Por qué un BMS? .....	29
2.4.2 Metodología de trabajo <i>Building Information Modeling</i> (BIM).....	30
2.4.3 Integración de un sistema de información geográfica y BIM. ....	31
2.5 PROCESO DE INTEGRACIÓN ENTRE UN SIG Y BIM .....	33
2.5.1 Herramientas del proceso de integración. ....	33
2.5.2 Requisitos previos a la integración. ....	34
2.5.3 Flujo de trabajo del proceso de integración. ....	34
2.5.3.1 Flujo de trabajo del proceso de integración anterior. ....	36
2.6 PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	36
2.6.1 Procesos de infraestructura de la Universidad Industrial de Santander. ....	37
2.6.1.1 Oficina de Planeación.....	38
2.6.1.2 División de Planta Física. ....	41
2.6.2 Proceso por implementar en el proyecto. ....	46

3 HERRAMIENTAS.....	47
3.1 BACKEND.....	47
3.1.1 Firebase.....	47
3.1.1.1 Firebase Cloud Firestore.....	47
3.1.1.2 Firebase Storage.....	48
3.1.1.3 Firebase Auth.....	48
3.1.2 AngularFire2.....	48
3.1.3 Camunda.....	49
3.2 FRONTEND.....	49
3.2.1 Angular.....	49
3.2.2 Lenguaje de Marcado de Hipertextos (HTML).....	49
3.2.3 Hojas de estilo en cascada (CSS).....	50
3.2.4 TypeScript.....	50
3.2.5 Bootstrap.....	50
3.2.6 SweetAlert2.....	50
3.2.7 Font Awesome.....	50
3.3 DESARROLLO.....	51
3.3.1 Visual Studio Code.....	51
3.3.2 Git.....	51
3.3.3 Asana.....	51
3.4 HERRAMIENTAS SIG – MODULO DE VISUALIZACIÓN.....	51
3.4.1 ArcGIS.....	52
3.4.1.1 ArcGIS Pro.....	52
3.4.1.2 ArcGIS Online.....	52

3.4.2 API ArcGIS para Javascript. ....	52
4 REQUERIMIENTOS.....	53
4.1 PROCESO DE “ADECUACIÓN Y/O REMODELACIÓN DE ESPACIOS FÍSICOS”	53
4.1.1 Descripción del proceso. ....	53
4.2 REQUERIMIENTOS DE LA APLICACIÓN .....	55
4.2.1 Caracterización de los perfiles de usuarios. ....	56
4.2.2 Historias de usuario.....	60
4.2.3 Definición de los requerimientos de la aplicación. ....	75
4.2.3.1 Requerimientos funcionales. ....	76
4.2.3.2 Requerimientos no funcionales. ....	88
4.3 REQUERIMIENTOS CUMPLIDOS EN EL PROYECTO.....	90
4.3.1 Perfiles de usuario.....	90
4.3.2 Requerimientos funcionales. ....	91
4.3.3 Requerimientos no funcionales. ....	92
4.3.4 Diseño de las interfaces de usuario.....	93
4.3.4.1 Registro e inicio de sesión.....	93
4.3.4.2 Solicitudes.....	96
4.3.4.3 Reformas.....	97
4.3.4.4 Solicitud por parte del solicitante. ....	98
4.3.4.5 Módulo de usuarios. ....	100
4.3.4.6 Edificación dentro del sistema de información geográfica. ....	101
5 DISEÑO .....	102
5.1 INFRAESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN.....	102
5.1.1 Comunicación de los módulos.....	103

5.1.1.1 Módulo de Comunicación con Firebase.....	103
5.1.1.2 Módulo de Comunicación con Camunda. ....	104
5.1.1.3 Módulo de Comunicación con ArcGIS Online.....	104
5.1.2 Aplicación en Angular.....	105
5.2 MODELO DE DATOS .....	109
5.2.1 Modelo de datos de Camunda.....	115
6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	117
6.1 INTERFACES FINALES.....	117
6.1.1 Página inicial. ....	117
6.1.2 Proceso.....	118
6.1.3 Contacto.....	118
6.2 MANUAL DE USUARIO .....	119
6.2.1 Distribución. ....	119
6.2.2 Ingreso, registro y validación.....	120
6.2.3 Credenciales para ingreso al mapa. ....	121
6.2.4 Solicitud de remodelación y/o adecuación de espacios físicos. ....	123
6.2.5 Ver proceso de la solicitud. ....	124
6.2.6 Eliminar solicitud. ....	125
6.2.7 Intervenir en el proceso de la solicitud.....	125
6.2.8 Módulo BIM-GIS.....	126
6.3 PLAN DE CONTINUIDAD .....	128
7 PRUEBAS.....	131
7.1 PLAN DE PRUEBAS.....	131
7.1.1 Pruebas de requerimientos.....	131

7.1.2 Pruebas de funcionalidad.....	132
7.1.3 Pruebas de compatibilidad.....	132
7.2 RESULTADOS.....	132
7.2.1 Prueba de requerimientos.....	132
7.2.2 Prueba de funcionalidad.....	133
7.2.3 Prueba de compatibilidad.....	134
7.3 CUADRO DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.....	136
8 CONCLUSIONES.....	138
9 RECOMENDACIONES.....	139
BIBLIOGRAFÍA.....	140

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Características del perfil administrador .....	56
Cuadro 2. Características del perfil Solicitante .....	56
Cuadro 3. Características del perfil Planta Física .....	57
Cuadro 4. Características del perfil Planeación .....	57
Cuadro 5. Características del perfil Oficina de Contratación .....	58
Cuadro 6. Características del perfil UAA Asesora .....	58
Cuadro 7. Características del perfil Interventor.....	59
Cuadro 8. Características del perfil Invitado .....	59
Cuadro 9. Historia de usuario: HU-01-01.....	60
Cuadro 10. Historia de usuario: HU-01-02.....	60
Cuadro 11. Historia de usuario: HU-01-03.....	61
Cuadro 12. Historia de usuario: HU-01-04.....	62
Cuadro 13. Historia de usuario: HU-01-05.....	62
Cuadro 14. Historia de usuario: HU-01-06.....	63
Cuadro 15. Historia de usuario: HU-01-07.....	64
Cuadro 16. Historia de usuario: HU-01-08.....	65
Cuadro 17. Historia de usuario: HU-01-09.....	66
Cuadro 18. Historia de usuario: HU-01-10.....	66
Cuadro 19. Historia de usuario: HU-01-11.....	67
Cuadro 20. Historia de usuario: HU-01-12.....	67
Cuadro 21. Historia de usuario: HU-02-01.....	68
Cuadro 22. Historia de usuario: HU-02-02.....	68
Cuadro 23. Historia de usuario: HU-02-03.....	69
Cuadro 24. Historia de usuario: HU-02-04.....	70
Cuadro 25. Historia de usuario: HU-03-01.....	70
Cuadro 26. Historia de usuario: HU-04-01.....	71
Cuadro 27. Historia de usuario: HU-04-02.....	72

Cuadro 28. Historia de usuario: HU-04-03.....	72
Cuadro 29. Historia de usuario: HU-05-01.....	73
Cuadro 30. Historia de usuario: HU-05-02.....	73
Cuadro 31. Historia de usuario: HU-05-03.....	74
Cuadro 32. Historia de usuario: HU-06-01.....	75
Cuadro 33. Requisito funcional N°1 - Administrar solicitudes.....	76
Cuadro 34. Requisito funcional N°2 - Ver solicitudes .....	76
Cuadro 35. Requisito funcional N°3 - Ver detalles solicitudes .....	77
Cuadro 36. Requisito funcional N°4 - Avalar solicitudes.....	78
Cuadro 37. Requisito funcional N°5 - Estado de las solicitudes .....	78
Cuadro 38. Requisito funcional N°6 - Ver reformas.....	79
Cuadro 39. Requisito funcional N°7 - Ver detalles reformas.....	80
Cuadro 40. Requisito funcional N°8 - Notificar cambio de estado .....	80
Cuadro 41. Requisito funcional N°9 - Notificar nueva solicitud.....	81
Cuadro 42. Requisito funcional N°10 - Notificar progreso .....	81
Cuadro 43. Requisito funcional N°11 - Gestión de usuarios.....	82
Cuadro 44. Requisito funcional N°12 - Subir archivos .....	82
Cuadro 45. Requisito funcional N°13 - Intervenir en el proceso .....	83
Cuadro 46. Requisito funcional N°14 - Registro e inicio de sesión de usuarios	84
Cuadro 47. Requisito funcional N°15 - Edificación en SIG .....	85
Cuadro 48. Requisito funcional N°16 - Filtrar información de la edificación .....	85
Cuadro 49. Requisito funcional N°17 - Identificar edificación .....	86
Cuadro 50. Requisito funcional N°18 - Filtrar usuarios.....	86
Cuadro 51. Requisito funcional N°19 - Filtrar solicitudes.....	87
Cuadro 52. Requisito funcional N°20 - Filtrar reformas .....	87
Cuadro 53. Requisito funcional N°21 - Clasificador temático. ....	88
Cuadro 54. Requisito No Funcional N°1 – Interfaz del Sistema .....	88
Cuadro 55. Requisito No Funcional N°2 – Validación de Datos .....	89
Cuadro 56. Requisito No Funcional N°3 – Ventanas de Confirmación .....	89

Cuadro 57. Requisito No Funcional N°4 – Arquitectura.....	89
Cuadro 58. Perfiles implementados.....	90
Cuadro 59. Requerimientos funcionales implementados.....	91
Cuadro 60. Requerimientos no funcionales implementados.....	92
Cuadro 61. Requerimientos no implementados.....	128
Cuadro 62. Resultado de prueba de interfaz .....	132
Cuadro 63. Resultados prueba de funcionalidad .....	133
Cuadro 64. Resultados prueba de compatibilidad .....	134
Cuadro 65. Cumplimiento de objetivos .....	136

## LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1. Mapa del campus principal.....	24
Ilustración 2. Ciclo de vida de los proyectos de construcción en BIM.....	27
Ilustración 3. Conectividad entre BIM y GIS .....	32
Ilustración 4. Flujo de integración BIM y GIS.....	35
Ilustración 5. Mapa de procesos de la UIS .....	37
Ilustración 6. Actualización y archivo permanente de los planos digitales.....	40
Ilustración 7. Adecuación y/o remodelación de espacios físicos .....	45
Ilustración 8. Mantenimiento físico y fabricación de bienes muebles.....	46
Ilustración 9. Proceso de adecuación y/o remodelación de espacios físicos.....	55
Ilustración 10. Diseño de interfaz de inicio de sesión .....	94
Ilustración 11. Diseño de interfaz de registro de usuario .....	95
Ilustración 12. Diseño de interfaz de registro exitoso .....	96
Ilustración 13. Diseño de interfaz de ver solicitudes .....	97
Ilustración 14. Diseño de la interfaz de las reformas .....	98
Ilustración 15. Diseño de la interfaz del proceso de solicitud .....	99
Ilustración 16. Diseño de la interfaz del módulo de usuario.....	100
Ilustración 17. Diseño de la interfaz del edificio en SIG.....	101
Ilustración 18. Infraestructura de la aplicación.....	102
Ilustración 19. Infraestructura de un proyecto Angular .....	106
Ilustración 20. Esquema de organización del desarrollo de la aplicación .....	107
Ilustración 21. Estructura de datos de <i>Cloud Firestore</i> .....	110
Ilustración 22. Base de datos.....	111
Ilustración 23. Modelo de datos en Firebase .....	113
Ilustración 23. Carpetas de Firebase Storage .....	114
Ilustración 25. Modelo Entidad Relación de Camunda .....	115
Ilustración 26. Modelo de datos implementado en Camunda .....	116
Ilustración 24. Página inicial .....	117

Ilustración 25. Página del proceso.....	118
Ilustración 26. Página de contacto.....	119
Ilustración 27. Distribución.....	120
Ilustración 28. Ingreso, registro y validación.....	120
Ilustración 29. Bienvenida de la aplicación.....	122
Ilustración 30. Credenciales para ingreso al mapa.....	122
Ilustración 31. Solicitud paso a paso.....	123
Ilustración 32. Ver proceso de la solicitud.....	124
Ilustración 33. Eliminar solicitud.....	125
Ilustración 34. Responsable de una tarea.....	126
Ilustración 35. Módulo BIM-GIS.....	127
Ilustración 36. Más de un edificio en la Web Scene.....	129

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO A.** Diseño de las interfaces de usuario de la aplicación web.

**ANEXO B.** Manual del desarrollador.

## GLOSARIO

**APLICACIÓN:** en informática, una aplicación es un tipo de software de computadora diseñado para realizar un grupo de funciones, tareas o actividades coordinadas para el beneficio del usuario.

**BIM:** Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción.

**BMS:** los Building Management Systems (BMS), o sistemas de gestión de edificios son un conjunto de sistemas integrados para la administración y control de las edificaciones.

**BPM:** Business Process Management (BPM) es una disciplina de gestión compuesta de metodologías y tecnologías. Su objetivo es mejorar el desempeño (eficiencia y eficacia) y la optimización de los procesos de una organización. Esto se hace a través de la gestión de los procesos que se deben diseñar, modelar, organizar, documentar y optimizar de forma continua.

**FRAMEWORK:** en el desarrollo de software, un *framework* es un entorno de trabajo que presentan un conjunto de herramientas que sirven de base y organización para el desarrollo de una aplicación.

**INFRAESTRUCTURA:** se define como infraestructura al conjunto de elementos, servicios o dotaciones necesarias para el buen funcionamiento de cualquier organización.

**PROCESO:** un proceso es una secuencia de tareas diseñada con algún tipo de lógica que tiene como objetivo lograr algún resultado específico.

**REFORMA:** una reforma se define como aquello que se propone, proyecta o ejecuta como innovación o mejora en algo.

**SIG:** sistema de información geográfica (SIG, también habitualmente citado como GIS por las siglas de su nombre en inglés) es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial.

**SOLICITUD:** manera formal en que se pide, pretende o se busca algo.

**WEB SCENE:** según *Environmental Systems Research Institute* - ESRI Inc. en ArcGIS, una *Web Scene* o escena web es un mapa 3D que un usuario puede crear, diseñar y compartir entre diferentes aplicaciones. Las escenas web, a diferencia de los mapas web bidimensionales, son escenas que generalmente contienen datos geoespaciales en 3D que representan entornos urbanos y naturales, edificios y sistemas de tránsito.

## RESUMEN

**TÍTULO:** APLICACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE UN "PROCESO DE INFRAESTRUCTURA DE EDIFICACIONES" MEDIANTE UN MODELO TRIDIMENSIONAL INTEGRADO A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA\*

**AUTOR:** CARLOS JAVIER GÓMEZ AGUILAR\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Aplicaciones web, gestión de procesos, modelo de datos espacial, *Building Information Modeling*, sistema de gestión de edificios, sistema de información geográfica.

### DESCRIPCIÓN:

La aplicación desarrollada en este proyecto es una herramienta de gestión para un proceso de infraestructura de la Universidad Industrial de Santander, que permite a los diferentes actores involucrados en dicho proceso, visualizar mediante una escena web, la información del modelo tridimensional de una edificación georreferenciada del campus principal y hacer uso de este para instanciar el proceso y/o visualizar la información de las solicitudes o cambios que han realizado los usuarios con el perfil correspondiente.

La finalidad de esta aplicación web es servir de apoyo a los encargados de administrar el proceso mencionado y presentar una alternativa tecnológica semiautomatizada ante un proceso que en la actualidad se realiza de manera manual. La implementación de la aplicación web permite la centralización de los datos, el fácil acceso a la información de la edificación del edificio de Ingeniería Mecánica de la Sede Central de la Universidad, mejorar la toma de decisiones y optimizar recursos.

En este proyecto se presenta el desarrollo de la aplicación web que facilita la gestión del proceso de infraestructura "Remodelación y/o adecuación de espacios físicos" presente en la Universidad y permite acceder de manera transparente a la información recopilada a lo largo del proceso.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Director: Ph.D en Ingeniería de Sistemas Telemáticos. Sergio Fernando Castillo Castelblanco. Codirector: Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática. Duván Yahír Sanabria Echeverry.

## ABSTRACT

**TITLE:** WEB APPLICATION FOR THE MANAGEMENT OF A "BUILDING INFRASTRUCTURE PROCESS" THROUGH A THREE-DIMENSIONAL MODEL INTEGRATED INTO A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM\*

**AUTHOR:** CARLOS JAVIER GÓMEZ AGUILAR\*\*

**KEY WORDS:** Web applications, process management, spatial data model, building information modeling, building management system, geographic information system.

### DESCRIPTION:

The application developed in this project is a management tool for an infrastructure process of the Industrial University of Santander, it allows to the different actors involved in the process to visualize, through a web scene, the information of the three-dimensional model of a geo-referenced building of the campus director and make use of this to instantiate the process and / or view information on requests or changes made by users with the corresponding profile.

The proposal of this web application is help the staff in charge of managing the aforementioned process and present a semi-automated technological alternative to a process that is currently carried out manually. The implementation of the web application allows the centralization of data, easy access to information on the construction of the Mechanical Engineering building of the University Headquarters, improve decision-making and the optimization of resources. This project presents the development of the web application that facilitates the management of the infrastructure process "Remodeling and / or adaptation of physical spaces" present at the University and allows transparent access to the information collected throughout the process.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Engineering and Computer Science. Director: Ph.D in Telematic Systems Engineering. Sergio Fernando Castillo Castelblanco. Codirector: Master in Systems Engineering and Informatics. Duván Yahír Sanabria Echeverry.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la Universidad Industrial de Santander (UIS) se enfrenta a cambios infraestructurales; renovación de instalaciones, construcción de edificios y demás acciones que ocasionan cambios de su infraestructura, tanto del campus principal como de las diferentes sedes regionales. De este modo, la Universidad está relacionada con nuevos proyectos de edificaciones que involucran cambios de infraestructura, donde se debe manejar información cartográfica y diseños asistidos por computador (CAD) para que cada uno de esos proyectos se desarrolle según su planificación. Muchas de las edificaciones presentes en la Universidad han evidenciado dificultades en gestionar dicha información debido a una escasa comunicación e integración de la documentación de la edificación, lo que hace que se generen sobrecostos, retrasos y una disminución de la calidad del proyecto.

Las nuevas tecnologías como BIM (*Building Information Modeling*) aplicadas a la gestión eficiente de la construcción de edificios, la normalización del diseño y los retos socioeconómicos que hemos de resolver actualmente, hacen de la arquitectura una disciplina imprescindible para que suministre información representativa de las edificaciones. Ahora bien, las representaciones de los edificios en sistemas de información geográfica (GIS) utilizan información transferida desde BIM para representar la semántica del edificio y ofrecer una capacidad de análisis geoespacial que permite alimentar los modelos BIM con información extra relacionada con el entorno. Por lo anterior, una infraestructura de un edificio puede ser considerada como un sistema y los modelos de información más precisos de la edificación utilizan las tecnologías BIM y GIS.

Por otra parte, los sistemas de gestión de edificios (BMS) integran datos BIM con sistemas GIS para recopilar un mayor número de datos y permitir cohesión entre el

dato espacial y alfanumérico de diferentes etapas en proyectos de infraestructura, y facilitar la administración de los componentes de una edificación. De este modo, con el objetivo de ayudar a la gestión de infraestructura de edificaciones, un BMS permite visualizar datos, generar informes, crear alertas cuando se cambien los parámetros preestablecidos, etc.

Con la metodología de trabajo BIM, una vez terminada la etapa de construcción de una edificación, el ciclo de vida no termina con la entrega del edificio, porque se inicia la fase "Operación y mantenimiento" que presta servicios como: gestión de instalaciones, mantenimiento y operaciones en planta, programa de mejora del rendimiento, etc. Esta fase es esencial para la realización de este proyecto debido a que la implementación de la aplicación web servirá de apoyo a ciertas actividades durante dicha fase y, por consiguiente, se da por culminadas las fases anteriores del ciclo de vida de la construcción del edificio.

Por lo anterior, para mejorar la comunicación y la administración de la información de infraestructura de un edificio de la Universidad, es necesario implementar una aplicación web que permita gestionar la información de un "proceso de infraestructura de edificaciones" mediante un modelo tridimensional integrado a un sistema de información geográfica que permita consultar e integrar los datos espaciales y alfanuméricos (visualización), realizar análisis de los datos de la edificación (interpretación), y usar estos resultados para mejorar un proceso de gestión de la infraestructura de edificaciones (optimización) mediante las tecnologías BIM y GIS.

## **1 OBJETIVOS**

A continuación, se plantean los objetivos generales y específicos que involucran la realización del proyecto.

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una aplicación web para la gestión de un proceso de infraestructura de edificaciones mediante un modelo tridimensional de la infraestructura integrado a un sistema de información geográfica.

Caso de estudio para un edificio de la Universidad Industrial de Santander.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar las interfaces de usuario de la aplicación web para el “proceso de gestión de infraestructura de edificaciones” y el modelo de datos espacial.
- Desarrollar la aplicación web para el “proceso de gestión de infraestructura de edificaciones”.
- Realizar el plan de pruebas de la aplicación web.

## 2 MARCO TEÓRICO

En este capítulo se muestra una definición más a fondo de los conceptos principales de este proyecto. Además, se hablará de las edificaciones de la Universidad, el ciclo de vida de los proyectos de construcción, los procesos de infraestructura de la universidad, entre otros temas que son de gran relevancia para el entendimiento del proyecto.

### 2.1 EDIFICACIONES

Se define a las edificaciones como todas aquellas construcciones estables realizadas por el ser humano con materiales resistentes con el fin de emplearse para distintas actividades. Una de las características básicas de la edificación es que son producto del ingenio humano y se describe como un producto artificial del hombre, lo que indica que no se pueden encontrar edificaciones realizadas por sí solas dentro de la naturaleza<sup>1</sup>.

Las edificaciones más comunes para los arquitectos son los edificios habitacionales, aunque también entran en este grupo otras edificaciones tales como los monumentos, los templos, las construcciones de ingeniería, etc. Entre los diferentes tipos de edificaciones podemos encontrar a los de tipo rural (tales como establos, granjas, silos, sótanos), los de tipo comercial (hoteles, bancos, negocios, restaurantes, mercados), los de tipo residencial (edificios de departamentos, casas particulares, asilos, condominios), los de tipo cultural (escuelas, institutos, bibliotecas, museos, teatros, templos), los gubernamentales (municipalidad, parlamento, estaciones de policía o bomberos, prisiones, embajadas), los industriales (fábricas, refinerías, minas), los de transporte (aeropuertos, estaciones

---

<sup>1</sup> Definición de edificio. [Sitio web]. [Consulta: 07 de octubre de 2018] Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/edificio/>

de bus o tren, subterráneos, puertos) y las edificaciones públicas (monumentos, acueductos, hospitales, estadios).

Las edificaciones son obras que siguen un complejo proceso de desarrollo, por ende, son diseñadas, planificadas y ejecutadas por el hombre en determinados lugares, necesitándose invertir cierta cantidad de tiempo, capital y material en su realización (cantidades que varían de acuerdo con la complejidad de la edificación) y cuentan con propiedades estructurales como tamaño y forma y en la mayoría de los casos se usan para ser habitadas o como espacio de refugio.

## **2.2 EDIFICACIONES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

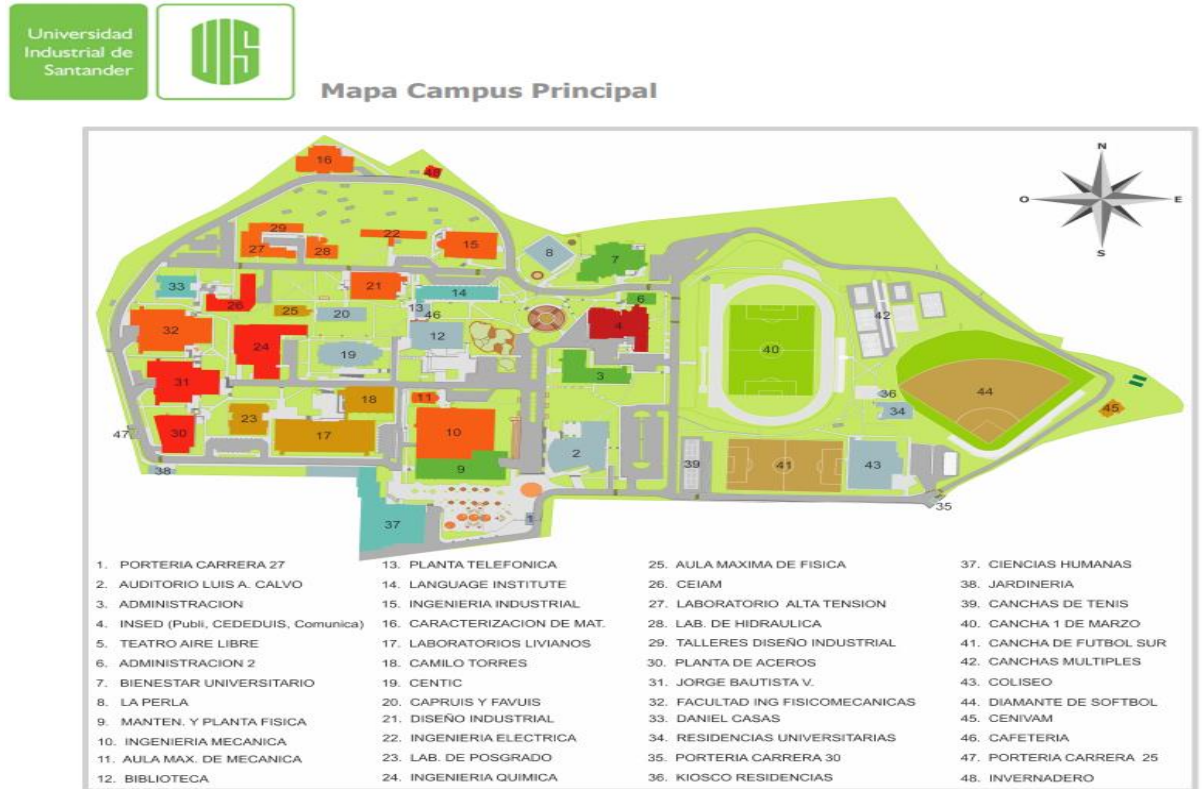
Según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bucaramanga 2013 - 2027<sup>2</sup> el campus principal de la Universidad Industrial de Santander es considerado como patrimonio cultural debido a que se encuentran en permanente evolución transformando el vivir de las comunidades. Por otro lado, el campus está ubicado en un área de 337.000 metros cuadrados en la zona nororiental de la meseta, y contiene alrededor de 36 edificaciones, en las que se encuentran los edificios de las Escuelas de Ingenierías, Ciencias y Humanidades; Bienestar Universitario, Dirección General de Investigaciones, Biblioteca Central y oficinas administrativas; además, diversos centros de investigación, el Centro de Tecnologías de Información y Comunicación - CENTIC, auditorios, talleres, laboratorios y museos.

A su vez, cada uno de los edificios presentes en la Universidad cumple un papel importante para la comunidad en general, representando espacios útiles para poder llevar a cabo cada una de sus labores, bien sean académicas, administrativas o recreativas que sirven para cumplir los procesos misionales de la institución.

---

<sup>2</sup> PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BUCARAMANGA SEGUNDA GENERACIÓN. [Sitio web] [Consulta: 10 de febrero de 2020] Disponible en: <http://www.concejodebucaramanga.gov.co/pot-2012-2027/tomo02.pdf>

## Ilustración 1. Mapa del campus principal



**Fuente:** UIS

**Tomado de:** Página web de la Universidad Industrial de Santander<sup>3</sup>

Hoy en día, el campus principal está pasando por un proceso de adecuación de algunas de sus edificaciones, lo que indica que la remodelación tiene un papel valioso para la comunidad universitaria porque le permite crear, mejorar y desarrollar espacios educativos más adecuados en los que puede, de una mejor manera, llevar a cabo diferentes actividades presentes en la ciudad universitaria tales como educación, salud, residencia, entretenimiento y otras más.

<sup>3</sup> Universidad Industrial de Santander – UIS [Sitio web] [Consulta: 10 de febrero de 2020] Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/visitenos/mapaCampus.html>

Debido al proceso de remodelación de edificaciones y de mantener en óptimas condiciones los edificios, se plantea la necesidad que cada una de estas edificaciones hagan uso del creciente avance tecnológico, integrando sistemas contraincendios, redes hidráulicas, sanitarias, de telecomunicaciones, entre otras para proporcionar seguridad y un enfoque más eficiente de la información para el despliegue de indicadores y toma de decisiones.

### **2.3 CICLO DE VIDA DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS**

El ciclo de vida de los proyectos de construcción de edificios define las fases que conectan el inicio de un proyecto con su fin. Los proyectos se dividen en fases con objeto de facilitar su gestión, mejorar el control y mantener el proyecto alineado con los objetivos. Cada una de las fases del proyecto culmina con la realización de uno o varios entregables (plan de negocio, especificación, documento de diseño preliminar, plan de pruebas, etc.). A su vez, las fases suelen tomar el nombre de alguno de sus entregables (por ejemplo, fase de diseño, fase de ensayos). Además, cada una de las fases puede considerarse como un subproyecto con fases específicas diferenciadas. El fin de cada fase viene acompañado de un proceso de revisión cuyo objeto es:

- Revisar los entregables obtenidos en la fase antes de proceder a su aceptación cliente.
- Evaluar el rendimiento del proyecto hasta la fecha prediciendo su actuación futura.
- Determinar si el proyecto debe proceder o no a la fase siguiente. Para ello será necesario en muchos casos revisar el plan de negocio del proyecto.
- Revisar el plan de proyecto.

De esta forma, las fases principales de un proyecto de construcción de un edificio son: Iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y finalización. Cada una de estas fases se describen a continuación<sup>4</sup>:

- **Fase de iniciación:** Esta es la primera fase en el ciclo de vida del proyecto y, esencialmente, consiste en poner en marcha el proyecto. El proyecto se inicia mediante la definición de su propósito y alcance, la justificación para iniciarlo, la solución a implementar y la selección del equipo que participará en su ejecución.

- **Fase de planificación:** En esta fase se busca calcular las necesidades con base en los requerimientos, definir y terminar de perfilar los objetivos del proyecto y planear el curso de acción para lograr las metas planteadas.

- **Fase de ejecución:** En ella se lleva a cabo todo el trabajo, completando las actividades programadas, y es fundamental una buena gestión, fomentar la comunicación y llamar a la responsabilidad individual, para cumplir con los plazos y las fechas límites establecidas. En esta etapa se deben gestionar: el riesgo, el cambio, los eventos, los gastos, los recursos, el tiempo y las actualizaciones y modificaciones.

- **Fase de seguimiento:** Esta fase comprende los procesos necesarios para realizar el seguimiento, revisión y monitorización del proyecto. Se concibe como el medio de detectar desviaciones con la máxima premura posible, para poder identificar las áreas en las que puede ser requerido un cambio.

- **Fase de finalización:** Esta fase comprende todos procesos orientados a completar formalmente el proyecto y las obligaciones contractuales inherentes. Terminada la fase de ejecución y seguimiento, se hace necesario constatar que el producto constructivo a entregar esté acorde a lo planificado inicialmente, y que todos los equipos estén funcionando a cabalidad, para ello se hace necesario desarrollar una serie de pruebas que permitan constatar lo indicado, que a su vez

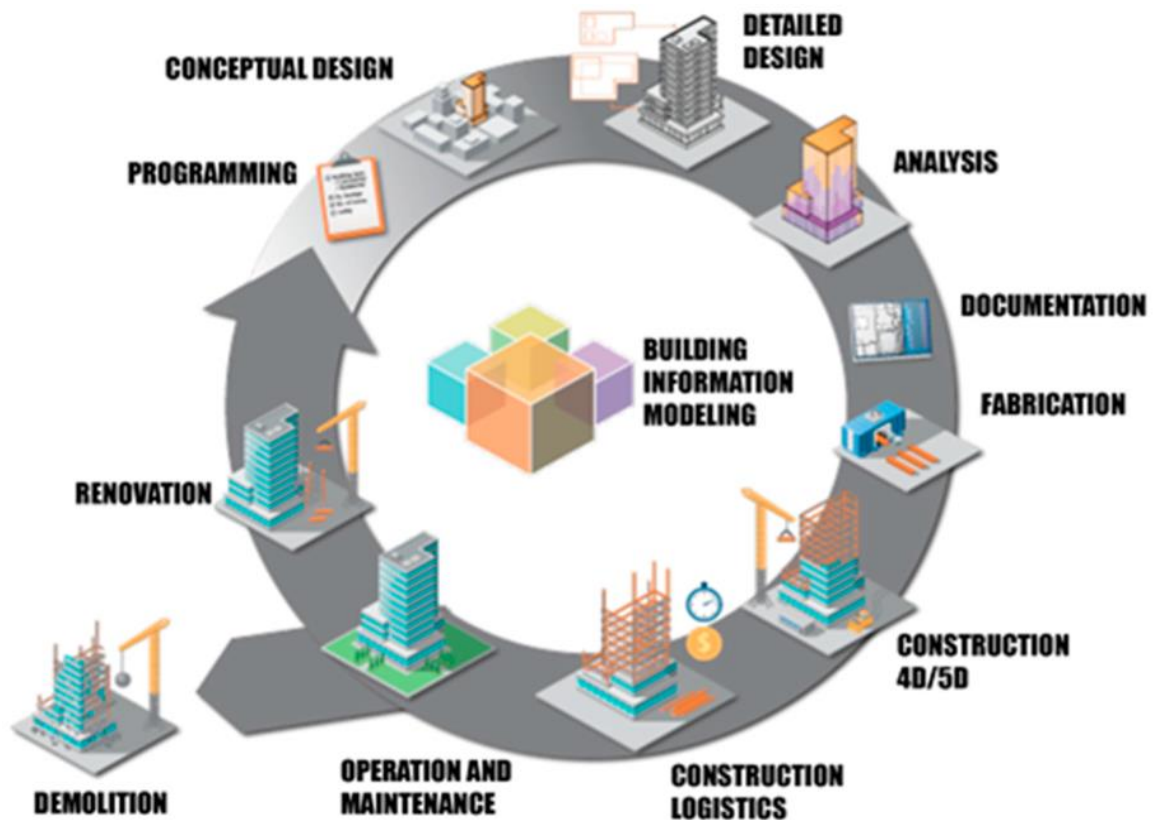
---

<sup>4</sup> CICLO DE VIDA DE LA EDIFICACIÓN. [Sitio web]. [Consulta: 13 de enero de 2020] Disponible en: <https://es.scribd.com/document/77901488/CICLO-DE-VIDA-DE-LA-EDIFICACION>

permita a hacer el cierre administrativo y el cierre contractual. Una vez terminada esta fase, se establece formalmente que el proyecto ha concluido.

Por otra parte, es importante mencionar que, dependiendo de la metodología de trabajo utilizada en el proyecto de construcción de la edificación, puede que el ciclo de vida tenga fases diferentes. Un ejemplo de esto es la metodología colaborativa para proyectos de construcción de edificaciones BIM (Building Information Modeling)<sup>5</sup> que implementa un ciclo de vida del proyecto diferente al mencionado inicialmente.

**Ilustración 2.** Ciclo de vida de los proyectos de construcción en BIM



<sup>5</sup> Proceso de generación y gestión de datos de un edificio durante su ciclo de vida utilizando software dinámico de modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real, para disminuir la pérdida de tiempo y recursos en el diseño y la construcción.

**Tomado de:** <https://cadoutsourcingservice.quora.com/Building-Information-Modeling-BIM-Life-cycle-and-Facilitates-Management>

Con la metodología de trabajo BIM, una vez terminada la construcción del edificio, el ciclo de vida de la construcción de la edificación no termina con la entrega del edificio, después se entra a la fase “Operación y mantenimiento” que presta servicios como: gestión de instalaciones, mantenimiento y operaciones en planta, programa de mejora del rendimiento, etc<sup>6</sup>. Esta fase es muy importante para la realización de este proyecto debido a que su implementación es llevada a cabo durante dicha fase y, por consiguiente, se da por culminadas las fases anteriores del ciclo de vida de la construcción del edificio, permitiendo que la aplicación web a implementar en este proyecto sirva de apoyo para la gestión a la información en una etapa posterior a la construcción de edificaciones.

## **2.4 INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO**

**2.4.1 Building Management System.** Un *Building Management System* (BMS) o sistemas de administración de edificios se define como un sistema integrado que permite la administración, el control y la automatización parcial de varios sistemas y funciones de edificios. Asimismo, se entiende *un Building Management System* como una serie de sistemas diferentes que operan utilizando una gama de diferentes aplicaciones de software y les permiten ser controlados desde una sola interfaz. Esto hace que la monitorización y el análisis sean más sencillos y completos, y permite que la información de un sistema influya en los controles para otro. Con este sistema es posible el monitoreo y el control de los parámetros seleccionados y de subsistemas del edificio.

---

<sup>6</sup> IMPLEMENTACIÓN BIM EN LA ETAPA DE DISEÑO. [En línea]. [Consulta: 15 de octubre de 2018] Disponible en:

<https://www.e-quipu.pe/dinamic/publicacion/adjunto/1488493364BI0k6IIHao.pdf>

Las funciones principales de un BMS son:

- Supervisión
- Control
- Reporte (Alarma y alertas)
- Generación de informes

**2.4.1.1 ¿Por qué un BMS?** Los sistemas de administración de edificios ayudan a los encargados de la supervisión del edificio a comprender cómo funcionan los edificios y les permiten controlar y ajustar los sistemas para optimizar su desempeño. Además, recopilan datos y permiten la facilidad en el control, un BMS puede ayudar a: visualizar datos, generar informes automáticamente y crear alarmas y alertas cuando se exceden los parámetros, se producen fallas o con sistemas de pronóstico cuando es probable que ocurran fallas. También pueden permitir la comparación entre espacios, edificios y datos de referencia.

Algunos de los beneficios que conlleva la implementación de un BMS son:

- Posibilidad de control de partes específicas del edificio.
- Facilidad de mantenimiento
- Uso efectivo del personal de mantenimiento
- Facilidad de disponibilidad de información
- Detección temprana de problemas.
- Aumento de la productividad del personal
- Monitoreo efectivo y focalización de la energía
- Mejora de la fiabilidad y vida de la planta
- Programación computarizada de mantenimiento

**2.4.2 Metodología de trabajo *Building Information Modeling* (BIM).** *Building Information Modeling* (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D). El uso de BIM va más allá de las fases de diseño, abarcando la ejecución del proyecto y extendiéndose a lo largo del ciclo de vida del edificio, permitiendo la gestión de este y reduciendo los costes de operación. BIM no es un software ni una herramienta, es un proceso o metodología de representación del edificio basado no solo en su geometría sino también en datos.

Una herramienta bastante útil que implementa BIM es el software de modelado de información de construcción REVIT de la *Suite de Autodesk* que permite modelar los componentes de construcción, analizar y simular sistemas y estructuras, iterar diseños y generar documentación a partir de modelos. Además, presenta la opción de trabajar con los miembros de un amplio equipo de proyecto y permite importar, exportar y vincular los datos generados con formatos de uso común, tales como IFC (Industry Foundation Classes), DWG(DraWinG) y DGN (Downers Grove North.).

El formato IFC, "Industry Foundation Classes", es un formato de datos de especificación abierta que fue desarrollado por la Alianza Internacional para la Interoperabilidad (IAI) y representa no sólo componentes tangibles de las edificaciones, como muros, puertas, vigas, techos, mobiliario, etc., sino que también incluye conceptos más abstractos como planificadores, actividades, espacios, organización, costos, etc. en forma de entidades. Todas las entidades pueden tener un número de propiedades (nombre, geometría, materiales, acabados, relaciones, etc., por ejemplo). En definitiva, las clases y objetos IFC representan un modelo de

información tanto geométrica como alfanumérica, formado por un conjunto de más de 600 clases y en continua ampliación. Todos los programas de software que soportan IFC pueden leer y escribir información e intercambiarla con otros programas. De este modo comunicamos “objetos”, con funcionalidad y propiedades.

**2.4.3 Integración de un sistema de información geográfica y BIM.** Un tema importante para abarcar en este proyecto tiene que ver con el sistema de información geográfica (SIG) a implementar. Antes de continuar se debe dejar claro lo que se entiende por SIG; una definición bastante clara para este tema es la siguiente: Un SIG es un sistema de hardware, software, datos, comunicaciones, recurso humano y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión<sup>7</sup>.

Los Sistemas de Información Geográfica se utilizan actualmente en la planificación de los usos del suelo, gestión de servicios, modelado de ecosistemas, valoración y planificación del paisaje, planificación del transporte y de las infraestructuras, marketing, análisis de impactos visuales, gestión de infraestructuras, asignación de impuestos, análisis de inmuebles y otras más.

Por otro lado, las herramientas GIS ofrecen una capacidad de análisis geoespacial que permite suministrar datos a los modelos BIM para obtener información extra relacionada con la gestión de la información de la edificación. ¿Cuántos edificios tienen en cuenta su entorno en el ciclo de vida de la construcción? Irradiación solar recibida, velocidad del viento o volumen de sombra generado, son sólo algunos ejemplos de los múltiples factores que son clave en el ciclo de vida de cualquier infraestructura.

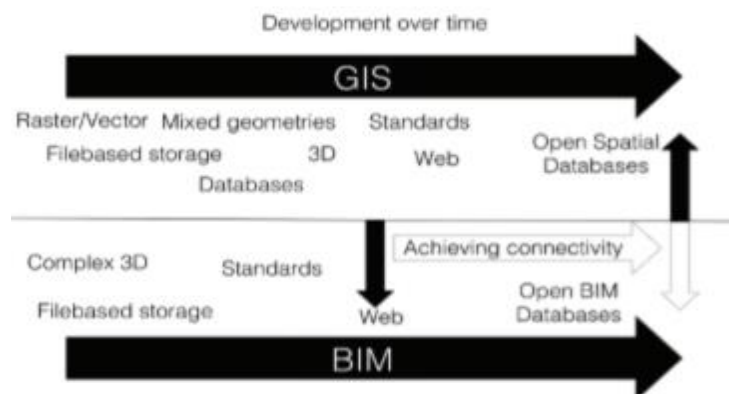
---

<sup>7</sup> Introducción a SIG | ArcGIS Resource Center. [Sitio web] [Consulta: 13 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles>.

La idea fundamental en el momento de integrar dos o más sistemas es la de permitir la comunicación entre ellos, el intercambio de información e interoperación para alcanzar un objetivo común. Para lograr lo anterior, deben estar conectados todos los tipos de datos entre las diferentes fuentes y sistemas, de manera que conduzcan a la obtención de información y conocimiento útil. La mayoría de los datos tendrán que proceder de Sistemas BIM y soportado en los SIG. Por lo tanto, para hacer esto posible, las bases de datos BIM tendrán que evolucionar al mismo estado de apertura que los SIG. Hoy en día, el uso de bases de datos abiertas puede ser considerado como un estándar dentro de los SIG. Sin embargo, el enfoque de BIM está limitado hacia la habilitación en la web y también hacia el uso de modelos BIM de transferencia de datos abiertos.

El intercambio de datos en un entorno heterogéneo requiere que todas las partes tengan un modelo de datos común, de modo que cada parte sepa cómo generar e interpretar los datos dentro de la comunidad. Con un modelo de datos común, es posible que la información relativa al proyecto sea creada una vez, y luego sea reutilizada y ampliada durante el resto del ciclo de vida del edificio.

**Ilustración 3.** Conectividad entre BIM y GIS



**Tomado de:**

[http://www.samgis.m.se/wpcontent/uploads/2015/11/ulf\\_mansson\\_bim\\_gis\\_cad.pdf](http://www.samgis.m.se/wpcontent/uploads/2015/11/ulf_mansson_bim_gis_cad.pdf)

## **2.5 PROCESO DE INTEGRACIÓN ENTRE UN SIG Y BIM**

Una parte fundamental para el desarrollo de este proyecto es la integración entre el SIG y el modelo BIM de la edificación del caso de estudio. Esta integración se lleva a cabo gracias a las herramientas tecnológicas que permiten la comunicación entre ambos sistemas y, por lo tanto, el proceso de integración va ligado a las herramientas que se eligen para realizarlo.

**2.5.1 Herramientas del proceso de integración.** La selección de las herramientas a utilizar para hacer la integración marca el camino a seguir; estas herramientas presentan una forma de llevar a cabo el proceso y a medida que van saliendo nuevas versiones, el proceso va cambiando.

Las herramientas utilizadas son las siguientes:

- **ArcGIS Pro:** ArcGIS Pro es un software de SIG profesional de última generación de Esri<sup>8</sup> que permite visualizar, explorar, analizar, editar y compartir mapas y datos. Además, las capacidades 3D son nativas de ArcGIS Pro, cualquier mapa 2D se puede convertir en una escena 3D.
- **ArcGIS Online:** ArcGIS *Online* es el software como servicio SaaS que ofrece ESRI que representa el sitio donde se puede habilitar para la Web los mapas y la información geográfica relacionada, y compartir este contenido con los usuarios. Se trata de un sistema de administración de contenido para información geográfica que permite compartir contenido y habilitar numerosos tipos de aplicaciones basadas en

---

<sup>8</sup> Una de las empresas líderes en el desarrollo y comercio de software para Sistemas de Información Geográfica.

SIG y sitios Web de usuarios finales. Los usuarios se conectan a estos mapas y aplicaciones para usar el contenido compartido en la nube de ArcGIS *Online* y en sus propios sistemas locales.

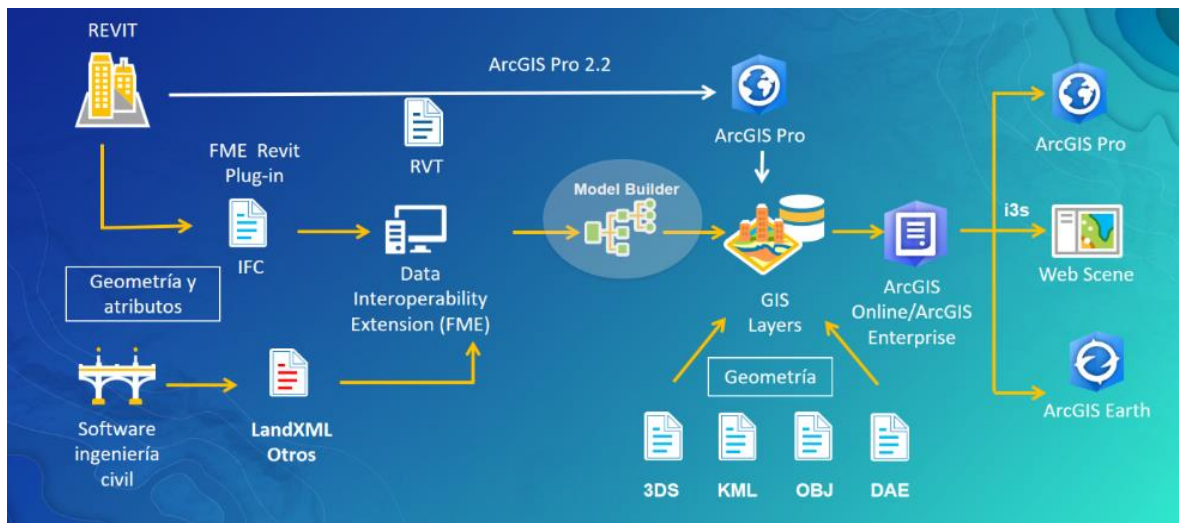
- **Revit:** Revit es un software de diseño inteligente de modelado BIM para arquitectura e ingeniería, que facilita las tareas de diseño de proyecto y los procesos de trabajo. Revit se basa en BIM: metodología de trabajo colaborativa y usando el modelado paramétrico de objetos y elementos constructivos del edificio. Además, en Revit se construye virtualmente en 3D, se puede ver y revisar el edificio en 3D, y se construye virtualmente en base a familias (objetos) de muros, ventanas, puertas de diferentes materiales. Para almacenar la información se utiliza una base de datos relacional que centraliza la información durante el proceso de construcción.

**2.5.2 Requisitos previos a la integración.** Para realizar la integración entre el SIG y el modelo BIM con las herramientas mencionadas anteriormente es necesario que se tengan en cuenta los siguientes requisitos:

- Modelo de la edificación: Este modelo en Revit debe tener asociado un sistema de coordenadas geográfico compatible con ArcGIS Pro junto con el punto de referencia espacial para coincidir con la ubicación real de la edificación.
- La versión de ArcGIS Pro debe ser superior a la 2.2; esto es necesario puesto que, a partir de esta versión existe una funcionalidad que permite un solo empaquetado del modelo BIM de la edificación. Las versiones anteriores empaquetan el modelo en cada una de las capas, lo que resulta tedioso y poco eficiente al momento de usar la edificación en un ambiente web.

**2.5.3 Flujo de trabajo del proceso de integración.** Para hacer la integración entre el SIG y el modelo de la edificación usando ArcGIS como SIG y Revit como herramienta de modelado BIM se plantea el siguiente flujo:

#### Ilustración 4. Flujo de integración BIM y GIS



**Fuente:** ArcGIS

**Tomado de:**

<https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=e1b82af7348346a1b7e2b9e61a646d80>

El anterior flujo describe el proceso a seguir para hacer la integración entre ArcGIS y Revit. Además, para el desarrollo de este proyecto se utiliza la versión 2.2 de ArcGIS Pro para llevar a cabo el proceso de una forma óptima y eficiente.

El flujo inicia con el modelo en Revit georreferenciado y con el sistema de coordenadas compatible con ArcGIS Pro. Posteriormente, se carga el modelo de la edificación en ArcGIS Pro para su visualización dentro del sistema de información geográfica. Una vez el modelo está en ArcGIS Pro se procede a realizar el empaquetado de las capas del edificio en un elemento de una web scene. Luego, se publica en *ArcGIS Online*; donde se almacena dentro de una *Web Scene*, para la compatibilidad con la tecnología Web.

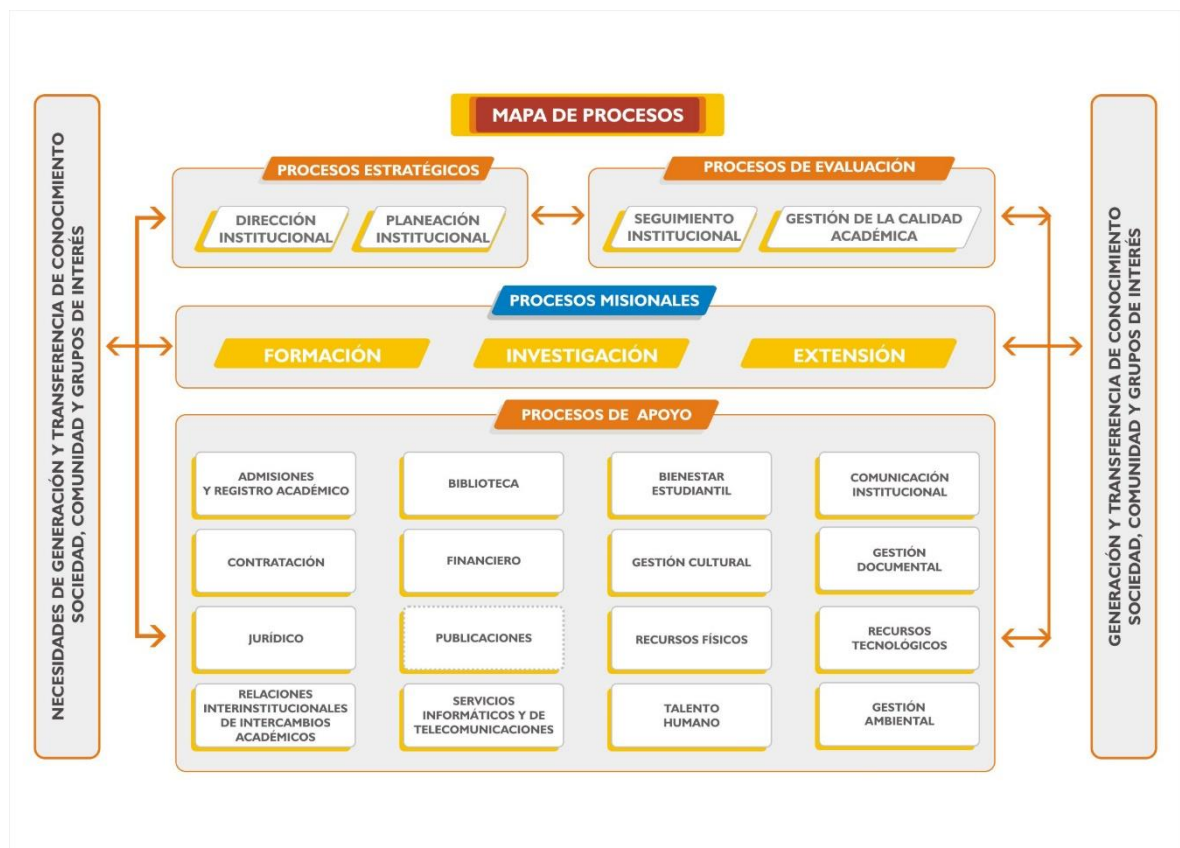
**2.5.3.1 Flujo de trabajo del proceso de integración anterior.** El flujo anteriormente mencionado hace parte al flujo definitivo que resultó más eficiente y aplicable al proyecto. Antes de la versión 2.2. de ArcGIS Pro, se trabajó con un flujo diferente para integrar BIM con GIS. Dicho flujo se describe a continuación:

Como presenta la ilustración 4, antes de la versión 2.2 de ArcGIS Pro, antes de subir el modelo a ArcGIS Pro, desde Revit se debía exportar el modelo en formato IFC para que fuera compatible con ArcGIS Pro. Posteriormente, desde ArcGIS Pro se procede a cargar el archivo .ifc de la edificación. Después, ArcGIS Pro genera una geodatabase que contiene cada una de las capas del edificio. Para subir toda la información de la edificación se debe generar un elemento de una web scene por cada capa; lo que resultaba bastante engorroso debido a que la edificación cuenta con muchas capas. Una vez generado cada uno de los elementos de una escena web, se procede a subirlos a ArcGIS Online e introducirlos dentro de una Web Scene para su visualización. La visualización no es muy elegante debido a que la Web Scene presentaba todas las capas del edificio desplegadas al mismo tiempo. Lo anterior supone, que, si en un futuro se desea trabajar con más de una edificación desde de la Web Scene, se tendrá que agregar más capas a la lista de capas y no se tendrá ningún conocimiento acerca de las relaciones entre las edificaciones y sus capas. Es por esto que, se decide trabajar con el flujo de la versión 2.2 de ArcGIS Online, debido a que permite agrupar las capas por edificación, siendo esto una manera más organizada de visualizar las edificaciones dentro de la Web Scene.

## **2.6 PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

En la Universidad Industrial de Santander se llevan a cabo un gran número de procesos tanto misionales, estratégicos, de apoyo y de evaluación que permiten que se tenga claridad en el proceder de cada una de las diferentes áreas de la universidad.

**Ilustración 5.** Mapa de procesos de la UIS



**Fuente:** UIS

**Tomado de:** Página de la Universidad Industrial de Santander

Entre los procesos de la Universidad se encuentran los procesos de infraestructura, estos procesos son de importancia para el desarrollo del proyecto debido a que la finalidad del proyecto es gestionar la información de uno de los subprocesos del proceso de Infraestructura que se desarrolla en la Universidad.

### **2.6.1 Procesos de infraestructura de la Universidad Industrial de Santander.**

Los procesos de infraestructura presentes en el campus principal de la Universidad están administrados por Planta Física y/o Planeación, quienes se encargan de llevar a cabo las deferentes acciones que tengan relación con las infraestructuras de la Universidad.

**2.6.1.1 Oficina de Planeación.** Planeación es la encargada de la Planificación institucional, labor que se realiza en el horizonte de la misión, objetivos y políticas establecidas por el Consejo Superior, el Consejo Académico y el Rector.

Propenderá por la difusión, fomento y consolidación de un proceso continuo de planeación, que sea integral y participativo. Asesorará y capacitará en el proceso de planeación a todas las dependencias de la Universidad. Por su carácter asesor, no se encargará de la ejecución directa de planes y proyectos. Será la unidad técnica y el organismo de apoyo y consulta de la dirección de la Universidad. Asesorará al Rector en la distribución equitativa de los recursos físicos y logísticos<sup>9</sup>.

### **Funciones de la Oficina de Planeación**

Las funciones de la Oficina de Planeación son:

- Asesorar y apoyar la planificación institucional, en el horizonte de la misión, objetivos y políticas establecidas por el Consejo Superior, el Consejo Académico y el Rector.
- Proporcionar y reportar a entes internos y externos de la Universidad la información requerida y realizar estudios que contribuyan a la toma de decisiones institucionales.
- Coordinar la Planificación Institucional relacionada con el presupuesto y programa de gestión, orientada a las diferentes Unidades de la Universidad.
- Asesorar, revisar y conceptuar sobre la creación, modificación y extensión de los Programas Académicos, de acuerdo con los postulados del Proyecto Institucional y el Plan de Desarrollo de la Universidad.
- Coordinar la formulación y evaluación de los programas y proyectos de inversión elaborados por las diferentes Unidades Académico Administrativas de la Universidad.

---

<sup>9</sup> PLANEACIÓN: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. [En línea] [ Consulta: 20 de octubre de 2018] Disponible en: <https://www.uis.edu.co/planeacionUIS/>

- Asesorar las diferentes unidades académico-administrativas en la determinación de necesidades de planta física para el funcionamiento y desarrollo de planes de inversión y en la definición de prioridades.

### **Procesos de la oficina de Planeación:**

A continuación, se mencionan los procesos a cargo de la oficina de Planeación, algunos de estos presentan características que se toman en cuenta en la realización de este proyecto.

#### **- Actualización y archivo permanente de los planos digitales**

##### **Objetivo**

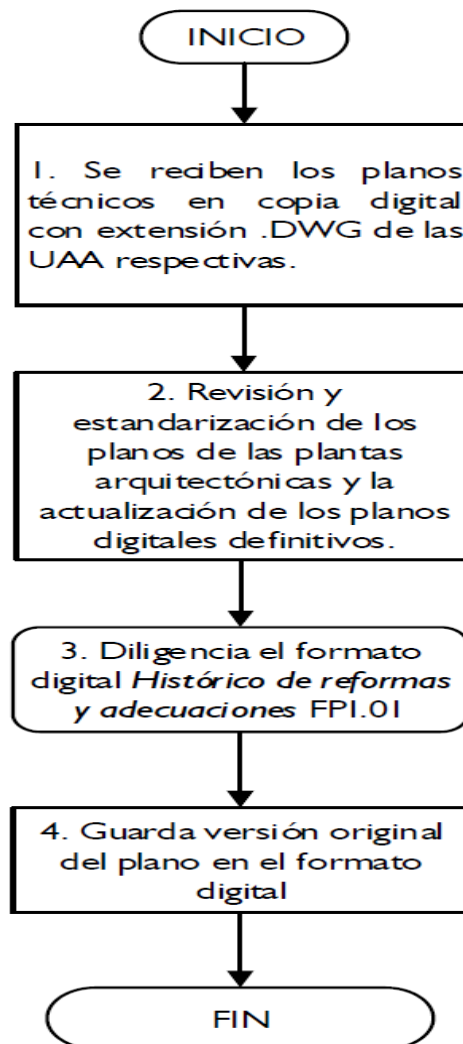
Determinar las actividades necesarias para mantener almacenados y actualizados, en formato digital, los planos correspondientes a los proyectos de infraestructura de la Universidad Industrial de Santander.

##### **Alcance**

Aplica a las actividades relacionadas con la actualización y archivo permanente de los planos en formato digital correspondiente a proyectos de infraestructura de la Universidad Industrial de Santander.

##### **Diagrama de flujo**

**Ilustración 6.** Actualización y archivo permanente de los planos digitales



**Fuente:** Universidad Industrial de Santander

**Tomado de:**

<https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/planeacion%20institucional/PROCEDIMIENTOS/PPI.01.pdf>

**2.6.1.2 División de Planta Física.** Recursos Físicos es un proceso de apoyo de la Universidad Industrial de Santander, que tiene como objeto mantener la Planta Física de la Universidad en condiciones ambientales y de seguridad que permitan el correcto desarrollo de las actividades académicas, de investigación, de extensión y administrativas.

Propende por la oportuna y efectiva prestación de servicios en las áreas de construcción, fontanería, carpintería, jardinería, electricidad, soldadura, pintura, aseo, transporte, asesorías de obras y mejoramiento de espacios; así como la administración y vigilancia de las instalaciones y espacios públicos del Campus Universitario y sus sedes, apoyada en un personal comprometido, capacitado, conocedor de su trabajo y dispuesto a solucionar integralmente los requerimientos de nuestros beneficiarios, obrando bajo los principios del respeto, la responsabilidad y el mejoramientos continuo<sup>10</sup>.

## **FUNCIONES DE LA DIVISIÓN DE PLANTA FÍSICA<sup>11</sup>**

A continuación, se detallan las funciones de la División de Planta Física:

### **Funciones Grupo de Albañilería y Fontanería**

- Construir, remodelar y embellecer instalaciones en planta física según las especificaciones suministradas.
- Realizar trabajos de demolición y mantenimiento y acabados en las instalaciones de la universidad.

---

<sup>10</sup> Planta Física UIS. [Sitio web] [Consulta: 4 de octubre de 2018] Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/plantaFisica/index.html>

<sup>11</sup> Planta Física UIS. [Sitio web] [Consulta: 4 de octubre de 2018] Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/plantaFisica/index.html>

- Realizar trabajos de demolición, excavación, relleno, destape de tuberías de aguas lluvias y aguas negras, limpieza de muros, vías, alcantarillados, ductos, canalizaciones y tanques de suministro de agua.
- Construir y reparar instalaciones para agua, aire, gas y vapor requeridos en las diferentes dependencias de la planta física.
- Efectuar el mantenimiento preventivo de tanques de almacenamiento y redes de distribución de agua e instalaciones sanitarias.
- Participar en la instalación y reparación de redes de agua, gas, aire y vapor requeridas en la institución.

#### **Funciones Grupo de Soldadura**

- Realizar los diferentes trabajos de soldadura que se requieren en las dependencias de la universidad.
- Propender por el suministro de los materiales que demande su actividad.
- Interpretar diseños, construir e instalar estructuras y partes metálicas según especificaciones suministradas.
- Participar en el mantenimiento de los equipos, muebles y accesorios que programe la sección de Planta Física.
- Llevar a cabo el mantenimiento primario de los equipos, herramientas e implementos de trabajo.

#### **Funciones Grupo de Pintura**

- Pintar y dar el acabado final de los equipos, muebles, vehículos, estructuras y demás accesorios que se requiera en las dependencias de la universidad.
- Seleccionar y mezclar las pinturas para obtener el color requerido según la especificación suministrada.
- Propender por el suministro de los elementos o materiales que demande su actividad.

- Realizar el mantenimiento primario de los equipos, herramientas e implementos de trabajo.

### **Funciones Grupo de Electricidad**

- Realizar los diferentes trabajos de electricidad que se requieran en las dependencias de la Universidad.
- Participar en la instalación de subestaciones y redes de alta tensión.
- Realizar el mantenimiento y reparación de alumbrado, redes eléctricas, ductos y subestaciones de alta y baja tensión.
- Realizar las remodelaciones y ampliaciones de los sistemas e instalaciones eléctricas que se requieran.

### **Funciones Grupo de Carpintería**

- Realizar los diferentes trabajos de carpintería y labores afines que se requieran en las dependencias de la Universidad.
- Interpretar los diseños, construir e instalar muebles y accesorios según especificaciones suministradas.
- Participar en el mantenimiento y reparación de los muebles y accesorios que programe la sección de planta física.
- Realizar el mantenimiento primario de los equipos y herramientas de trabajo.

### **Funciones Grupo de Diseño, Montaje y Supervisión de Obras**

- Controlar el desarrollo y ejecución de los proyectos de edificación, reforma, ampliación, remodelación y demás obras civiles que adelante la Universidad.
- Participar en el proceso de interventoría de las obras civiles que la universidad contrate.
- Participar en la lectura e interpretación de planos y especificaciones de construcción.

- Velar por el suministro oportuno de los materiales necesarios para adelantar las obras programadas.
- Presentar los informes técnicos requeridos por el jefe Inmediato o por la Interventoría de Obras.

### **Procesos de la división de Planta Física**

A continuación, se mencionan los procesos a cargo de la división de Planta Física

#### **- Adecuación y/o remodelación de espacios físicos en las sedes**

Este subproceso a cargo de Planta Física es muy importante para la realización de este proyecto debido a que este es el proceso con el que va a trabajar la aplicación web.

#### **Objetivo**

Definir los lineamientos necesarios para el desarrollo de las actividades adscritas a la adecuación y/o remodelación de espacios físicos.

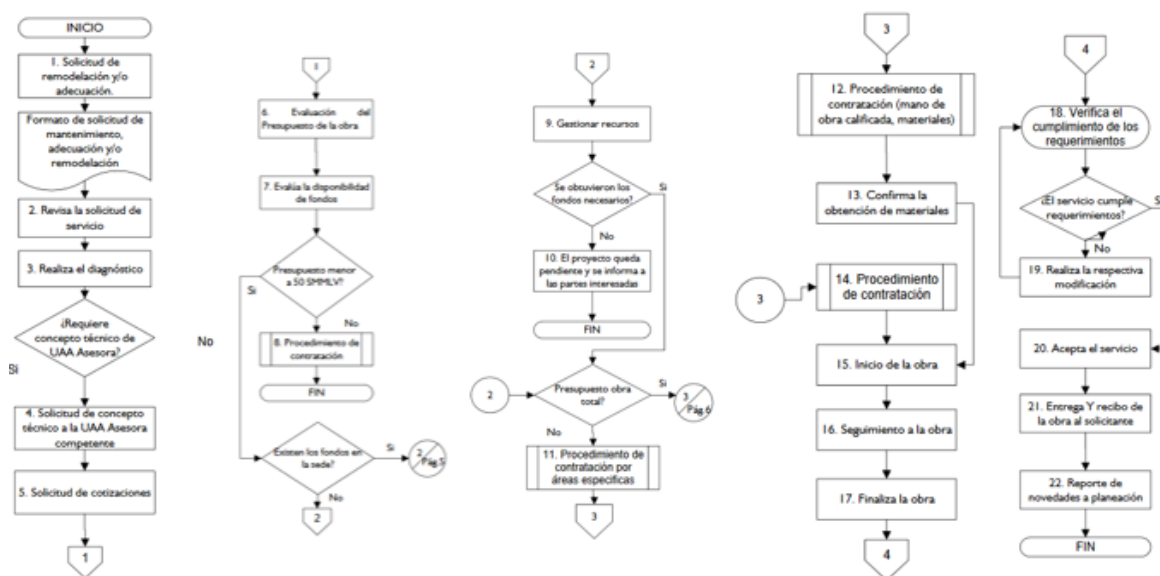
#### **Alcance**

Aplica a todos los usuarios que soliciten el servicio de adecuación y/o remodelación de las áreas de trabajo.

#### **Diagrama de flujo**

Este subproceso se utilizará en el desarrollo del proyecto por ser uno dentro del proceso de infraestructura más dinámico en la institución...

## Ilustración 7. Adecuación y/o remodelación de espacios físicos



**Fuente:** Universidad Industrial de Santander

**Tomado de:**

<https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/RECURSOS%20FISICOS/PROCEDIMIENTOS/PRF.08.pdf>

## Mantenimiento físico de bienes muebles e inmuebles y fabricación de bienes muebles

### Objetivo

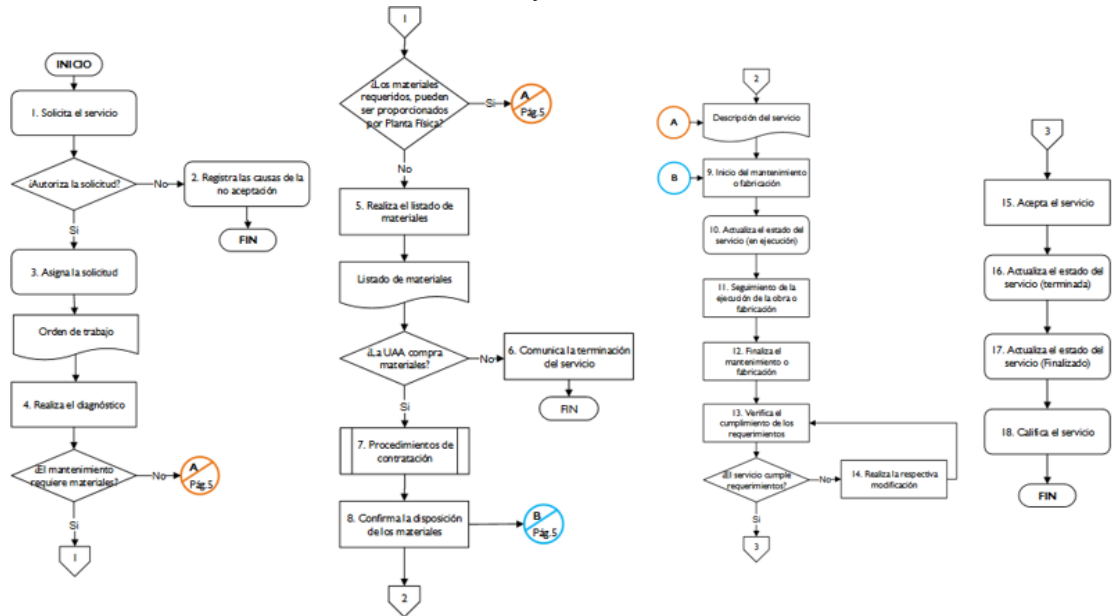
Definir los lineamientos necesarios para un desarrollo adecuado de las tareas adscritas al subproceso de mantenimiento físico.

### Alcance

Aplica a todas las UAA que soliciten el servicio de las tareas de: carpintería, soldadura, pintura, varios, mampostería, albañilería, redes hidrosanitarias, redes hidráulicas y redes eléctricas en el campus universitario y en la facultad de salud.

### Diagrama de flujo

### Ilustración 8. Mantenimiento físico y fabricación de bienes muebles



Fuente: Universidad Industrial de Santander

Tomado de:

<https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/RECURSOS%20FISICOS/PROCEDIMIENTOS/PRF.01.pdf>

**2.6.2 Proceso por implementar en el proyecto.** De los procesos de infraestructura mencionados anteriormente se elige el proceso de *adecuación y/o remodelación de espacios físicos* a cargo de la división de Planta Física, para trabajar con él durante el proyecto. Este proceso se elige por ser uno de los más dinámicos en los cambios de información de infraestructura que gestiona la Universidad.

## 3 HERRAMIENTAS

En este capítulo se dan a conocer las diferentes herramientas utilizadas a lo largo del desarrollo del proyecto como lo son las herramientas para el manejo de la base de datos, la creación de las interfaces de usuario, y las utilizadas para el desarrollo, que conforman la arquitectura software de la aplicación web.

### 3.1 BACKEND

A continuación, se describen las herramientas utilizadas por la aplicación del lado del servidor.

**3.1.1 Firebase.** Firebase es un "Backend As A Service (Baas)" que proporciona almacenamiento de datos, autenticación y alojamiento estático para aplicaciones web y aplicaciones móviles. Además, permite la creación de mejores aplicaciones, minimizando el tiempo de optimización y desarrollo mediante diferentes funciones, lo que resulta que las aplicaciones se desarrollen con una mejor calidad. Una de las características más destacadas de *Firebase* es almacenar toda la información en la nube y configurarla de manera distribuida.

**3.1.1.1 Firebase Cloud Firestore.** Es una base de datos NoSQL flexible y escalable para la programación en servidores, dispositivos móviles y la Web desde Firebase y la plataforma de la nube de Google. Además, mantiene los datos sincronizados en tiempo real entre aplicaciones cliente a través de agentes de escucha y ofrece asistencia sin conexión para dispositivos móviles y la Web, por lo que puedes compilar aplicaciones con capacidad de respuesta que funcionan sin importar la latencia de la red ni la conectividad a Internet.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> "Cloud Firestore | Firebase" [En línea]. Disponible: <https://firebase.google.com/>. [Recuperado: 18-May-2020]

**3.1.1.2 Firebase Storage.** Firebase Storage proporciona cargas y descargas seguras de archivos para aplicaciones Firebase, sin importar la calidad de la red. El desarrollador lo puede utilizar para almacenar imágenes, audio, vídeo, o cualquier otro contenido generado por el usuario. Firebase Storage se basa en el almacenamiento de Google Cloud Storage.<sup>13</sup>

**3.1.1.3 Firebase Auth.** Firebase Auth es un servicio que puede autenticar los usuarios utilizando únicamente código del lado del cliente. Incluye la autenticación mediante proveedores de inicio de sesión como Facebook, GitHub, Twitter, Google, Yahoo y Microsoft; así como los métodos clásicos de inicio de sesión mediante correo electrónico y contraseña. Además, incluye un sistema de administración del usuario, por el cual los desarrolladores pueden habilitar la autenticación de usuarios con email y contraseña que se almacenarán en Firebase.<sup>14</sup>

**3.1.2 AngularFire2.** AngularFire2 es una librería del *Framework* Angular que permite la conectividad y manejo de datos hacia *Firebase*. En este proyecto se hace uso de ella y mediante servicios se crea la comunicación entre la aplicación y *Firebase*.

---

<sup>13</sup> "Cloud Storage | Firebase" [En línea]. Disponible: <https://firebase.google.com/>. [Recuperado: 18-May-2020]

<sup>14</sup> "Firebase Authentication | Firebase" [En línea]. Disponible: <https://firebase.google.com/>. [Recuperado: 18-May-2020]

**3.1.3 Camunda.** Camunda es una plataforma de tipo *Business process management* (BPM) que ayuda al manejo de flujos de trabajo y automatización de decisiones.<sup>15</sup> Esta herramienta se usa en este proyecto para administrar el flujo de trabajo del proceso de infraestructura seleccionado que consiste en la “Adecuación y/o remodelación de espacios físicos”.

## 3.2 FRONTEND

**3.2.1 Angular.** Angular es un *framework* para aplicaciones web desarrollado en TypeScript, de código abierto, mantenido por Google y liberado en 2010. Se utiliza para crear y mantener aplicaciones web de una sola página. Su objetivo es aumentar las aplicaciones basadas en navegador con capacidad de la arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC), en un esfuerzo para facilitar el desarrollo y las pruebas<sup>16</sup> En este proyecto se utiliza la versión 8 de este *framework*.

**3.2.2 Lenguaje de Marcado de Hipertextos (HTML).** El lenguaje de Marcado de Hipertextos o simplemente HTML es la pieza más básica para la construcción de la web y se usa para definir el sentido y estructura del contenido en una página web. Otras tecnologías además de HTML son usadas generalmente para describir la apariencia/presentación de una página web (CSS) o su funcionalidad con *JavaScript*.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> “Workflow and Decision Automation Platform| Camunda BPM” [En línea]. Disponible: <https://camunda.com/>. [Recuperado: 18-May-2020]

<sup>16</sup> “Angular” [En línea]. Available: <https://angular.io/>. [Recuperado: 18-May-2020]

<sup>17</sup> “HTML | MDN” [En línea]. Disponible: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML> [Recuperado: 18-May-2020]

**3.2.3 Hojas de estilo en cascada (CSS).** Las hojas de estilo en cascada o simplemente CSS definen el diseño de las páginas web y define como va a ser el estilo de los elementos HTML dentro de la página.

**3.2.4 TypeScript.** *Typescript* es un superconjunto de *Javascript*, añadiendo funcionalidades que hace que el lenguaje sea más robusto, entre éstas funcionalidades se destacan los tipados estáticos y los objetos basados en clases. Además, *TypeScript* es de código abierto desarrollado por Microsoft y cuenta con herramientas de programación orientada a objetos, muy favorable si se tienen proyectos grandes.

**3.2.5 Bootstrap.** Bootstrap es un *framework* de código abierto usado por los desarrolladores para un fácil y rápido diseño de sitios web. Bootstrap incluye plantillas de formulario, botones, cuadros, menús de navegación y una gran variedad de herramientas útiles para el diseño de plataformas web. En este proyecto se usa la versión 4 de este *framework*.

**3.2.6 SweetAlert2.** SweetAlert2 es una librería para mostrar alertas personalizadas. Esta librería contiene una gran variedad de estilos y formas de generar alertas. Además, cuenta con iconos y temas que hacen que usarla en un proyecto genere una vista agradable para el usuario final.

**3.2.7 Font Awesome.** Font Awesome es un *framework* de iconos y fuentes. Este *framework* es utilizado para sustituir imágenes de iconos comunes por gráficos vectoriales convertidos en fuentes. Para ello utiliza una librería de más de 400 iconos transformadas en fuentes.

### **3.3 DESARROLLO**

A continuación, se presentan las herramientas utilizadas para el desarrollo de la aplicación web.

**3.3.1 Visual Studio Code.** Visual Studio Code es un IDE para edito el código fuente, fue desarrollado por Microsoft y se ejecuta desde el escritorio en plataformas como Windows, Linux y macOS. Además, es ligero, potente y contiene un buen número de extensiones que hacen que el editor presente un ambiente de desarrollo óptimo para los desarrolladores.

**3.3.2 Git.** Git es un sistema de control de versiones distribuido gratuito y de código abierto, diseñado para manejar todo, desde proyectos pequeños hasta muy grandes, con rapidez y eficiencia. Git es fácil de aprender y tiene una huella pequeña con un rendimiento increíblemente rápido. Presenta características como ramificación local, áreas de preparación convenientes y múltiples flujos de trabajo.<sup>18</sup>

#### **3.3.3 Asana.**

Asana es una herramienta web que permite gestionar el flujo de trabajo mejorando la comunicación, organización, colaboración y planificación en equipo. Además, permite a los equipos avanzar con todo el trabajo de principio a fin.<sup>19</sup>

### **3.4 HERRAMIENTAS SIG – MODULO DE VISUALIZACIÓN**

A continuación, se describen las herramientas utilizadas en el módulo de visualización espacial que está conformado por una Web Scene configurada en ArcGIS Online que contiene el modelo tridimensional de la edificación.

---

<sup>18</sup> “Git” [En línea]. Disponible: <https://git-scm.com/>  
[Recuperado: 18-May-2020]

<sup>19</sup> “Gestiona en línea el trabajo, los proyectos y las tareas de tu equipo”  
[En línea]. Disponible: <https://asana.com/es>. [Recuperado: 18-May-2020]

**3.4.1 ArcGIS.** ArcGIS es un conjunto de herramientas que conforman un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Se puede pensar en el sistema ArcGIS como en una infraestructura para elaborar mapas y poner la información geográfica a disposición de los usuarios dentro de un departamento, por toda una organización, entre varias organizaciones y comunidades de usuarios o en Internet, para cualquier usuario interesado en acceder a ella.<sup>20</sup> Dentro del ambiente de ArcGIS se pueden encontrar diferentes herramientas temáticas que hacen a ArcGIS una de las plataformas líderes de su sector productivo.

**3.4.1.1 ArcGIS Pro.** Como se mencionó en el capítulo anterior, ArcGIS Pro es una herramienta profesional de última generación para la administración de mapas y datos en 3D.

**3.4.1.2 ArcGIS Online.** Como se mencionó en el capítulo anterior, ArcGIS Online es un sitio web para el alojamiento de información geográfica en la nube. Con esta herramienta se puede compartir a diferentes usuarios el contenido subido desde alguna de las plataformas de ArcGIS.

**3.4.2 API ArcGIS para Javascript.** La API de ArcGIS para JavaScript es una herramienta que permite de forma ligera de incrustar mapas en aplicaciones web. Además, estos mapas se pueden obtener de ArcGIS Online, su propio servidor ArcGIS u otros servidores.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> "About ArcGIS" [En línea]. Disponible: <https://www.esri.com/es-es/arcgis/about-arcgis/overview>  
[Recuperado: 18-May-2020]

<sup>21</sup> "About ArcGIS" [En línea]. Disponible: <https://developers.arcgis.com/javascript/>  
[Recuperado: 18-May-2020]

## 4 REQUERIMIENTOS

En este capítulo se describe en detalle el proceso de “Adecuación y/o remodelación de espacios físicos” de la Universidad Industrial de Santander, así como los diferentes tipos de usuarios, los requerimientos de la aplicación, entre los que se encuentran los requerimientos funcionales presentados mediante historias de usuarios. También se presenta el diseño de las interfaces de usuario establecidas para el desarrollo de la aplicación web.

### 4.1 PROCESO DE “ADECUACIÓN Y/O REMODELACIÓN DE ESPACIOS FÍSICOS”

Tomando como referencia la documentación contenida en el documento PRF.0822 de la Universidad Industrial de Santander en donde se describe el proceso llamado “ADECUACIÓN Y/O REMODELACIÓN DE ESPACIOS FÍSICOS EN LAS SEDES” y gracias a las historias de usuario realizadas a algunos de los actores involucrados en el proceso, podemos describir a continuación el funcionamiento de este.

**4.1.1 Descripción del proceso.** Después de hacer un análisis de la documentación del proceso actual en la Universidad y luego de las entrevistas con algunos de los actores, se decide hacer un cambio en el flujo del proceso con el fin de lograr una mejor integración del proceso en el proyecto y solucionar algunos problemas mencionados por los actores. Cabe mencionar que, actualmente el proceso en la Universidad se lleva de manera “manual” por lo que al semiautomatizar el proceso y llevarlo a un ambiente web supone cambios para optimizarla toma de decisiones.

---

22 Proceso de recursos físicos código PRF.08 - ADECUACIÓN Y/O REMODELACIÓN DE ESPACIOS FÍSICOS EN LAS SEDES. 2012. Universidad Industrial de Santander.

El proceso se describe en tres etapas: solicitud, ejecución y liquidación.

- **Solicitud:** El proceso inicia una vez la unidad académica y/o administrativa (UAA) solicitante realiza la solicitud mediante un formulario, que es recibido por la Oficina de Planeación, quién revisa y avala la solicitud, para que Planta Física solicite los conceptos técnicos a las unidades asesoras. Una vez, Planta Física recibe los conceptos técnicos, procede a realizar la cotización y recomendación de los posibles proveedores de la reforma. Posteriormente, el solicitante envía un informe financiero, en donde va incluido toda la documentación financiera para llevar a cabo la reforma. Los informes son recibidos por Planta Física para revisión y aval; en caso de no cumplimiento, el solicitante debe enviar la documentación necesaria para poder seguir con el proceso. Por último, cuando la documentación cumple, la recibe Planeación para el aval de viabilidad técnica y financiera de la reforma.

- **Ejecución:** Esta etapa inicia con la oficina de contratación, en donde esta realiza el respectivo proceso de contratación. Luego, el interventor confirma la obtención de los materiales para la reforma, además se debe encarga de suministrar toda la documentación para el inicio de obra. Esta documentación es recibida por Planta Física quien se encarga de verificar y velar porque la documentación sea la indicada. Más tarde, el interventor inicia la obra. Una vez iniciada la obra tanto el interventor como Planta Física generan reportes de seguimiento de la obra y después Planta Física genera un informe final de supervisión. Una vez terminada la obra, el interventor realiza el acta de finalización de obra, Planta Física verifica el cumplimiento de dicha acta y finaliza la obra.

- **Liquidación:** Luego de terminada la obra, el Interventor sube el Acta de Liquidación de Obra y posteriormente Planta Física envía la resolución y acta de liquidación del contrato, estos documentos son recibidos por el Interventor quien verifica si cumplen o no con sus criterios de aceptación. Una vez se aprueba la documentación anterior, Planta Física genera los documentos de entrega de

reforma. Para finalizar, Planeación recibe los documentos de la entrega de la reforma y da por finalizado el proceso.

**Ilustración 9.** Proceso de adecuación y/o remodelación de espacios físicos



**Fuente:** Elaboración propia

## 4.2 REQUERIMIENTOS DE LA APLICACIÓN

**4.2.1 Caracterización de los perfiles de usuarios.** A continuación, se describen las características que tendrá cada perfil de usuario de la aplicación. Antes de continuar, es importante mencionar que cada perfil de usuario tendrá a su vez, una serie de roles o funciones dentro de la aplicación.

**Cuadro 1.** Características del perfil administrador

Usuario	Registrado	Perfil	Administrador
Tipo de usuario	Terciario		
CARACTERÍSTICAS			
<p>El usuario administrador está encargado de gestionar toda la información de la plataforma, incluida la información de los usuarios que se registren en la aplicación, permitiéndole tener control sobre ellos. Además, podrá tener acceso total a la demás información contenida en la aplicación. Dentro de sus roles o funciones se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificador: Puede ver la información de los usuarios que se registren para validarla y habilitarlos o deshabilitarlos en la plataforma. Además, tiene la capacidad de modificar la información de los usuarios.</li> <li>• Observador general: Puede ver contenido de las reformas y de todas las solicitudes de remodelación y/o adecuación.</li> <li>• Solucionador: Esta presto para resolver las inquietudes de los demás usuarios.</li> <li>• Agregador: Tiene permisos para insertar nueva información en la base de datos. Este rol es importante para creación de nuevas entidades, perfiles y demás información que sea útil incluir en la base de datos.</li> </ul>			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 2.** Características del perfil Solicitante

Usuario	Registrado	Perfil	Solicitante
Tipo de usuario	Primario		
CARACTERÍSTICAS			
<p>El usuario solicitante es aquella persona perteneciente a una unidad académico y/o administrativa de la comunidad universitaria que se registre en la plataforma y la</p>			

cual es destinataria del servicio de remodelación y/o adecuación de espacios físicos. Dentro de sus roles o funciones se encuentran:

- Creador: Puede hacer solicitudes de remodelación y/o adecuación.
- Observador: Puede ver el contenido de las reformas que hayan hecho en el campus y las solicitudes de remodelación y/o adecuación que haya realizado.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 3.** Características del perfil Planta Física

Usuario	Registrado	Perfil	Planta Física
Tipo de usuario	Primario		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
<p>Personal administrativo de la División de Planta Física que está a cargo del proceso de remodelación y/o adecuación de espacios físicos. Dentro de sus roles o funciones se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Creador: Puede hacer solicitudes de remodelación y/o adecuación.</li> <li>• Interventor: Interviene en el proceso de remodelación y/o adecuación según le corresponda.</li> <li>• Observador: Puede ver el contenido de las reformas que hayan hecho en el campus y las solicitudes de remodelación y/o adecuación que él haya realizado o le hayan sido asignadas.</li> </ul>			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 4.** Características del perfil Planeación

Usuario	Registrado	Perfil	Planeación
Tipo de usuario	Primario		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
<p>Personal administrativo de la oficina de planeación que recibe y gestiona el ingreso de las solicitudes de remodelación y/o adecuación de espacios físicos, así como la asignación de un técnico y revisión del informe final. Dentro de sus roles o funciones se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestor: Recibe y gestiona las solicitudes de remodelación y/o adecuación.</li> </ul>			

- Interventor: Interviene en el proceso de remodelación y/o adecuación según le corresponda.
- Observador general: Puede ver contenido de las reformas y de todas las solicitudes de remodelación y/o adecuación.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 5.** Características del perfil Oficina de Contratación

Usuario	Registrado	Perfil	Oficina de Contratación
Tipo de usuario	Primario		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
<p>Personal administrativo de la oficina de contratación que se encarga del proceso de contratación del personal para la remodelación y/o adecuación de espacios físicos.</p> <p>Dentro de sus roles o funciones se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interventor: Interviene en el proceso de remodelación y/o adecuación según le corresponda.</li> <li>• Observador: Puede ver el contenido de las reformas que hayan hecho en el campus y las solicitudes de remodelación y/o adecuación que le hayan sido asignadas.</li> </ul>			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 6.** Características del perfil UAA Asesora

Usuario	Registrado	Perfil	UAA Asesora
Tipo de usuario	Primario		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
<p>Unidad Académico y/o Administrativa que asesora a Planeación y/o Planta Física cuando se requiere de un concepto técnico en las áreas de adquisición. Dentro de sus roles o funciones se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interventor: Interviene en el proceso de remodelación y/o adecuación según le corresponda.</li> <li>• Observador: Puede ver el contenido de las reformas que hayan hecho en el campus y las solicitudes de remodelación y/o adecuación.</li> </ul>			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 7.** Características del perfil Interventor

Usuario	Registrado	Perfil	Interventor
Tipo de usuario	Primario		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
Personal encargado de prestar servicios de interventoría entre el contratista y la universidad, así como iniciar la obra, hacer informe final, entre otras. Dentro de sus roles o funciones se encuentran:			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Interventor: Interviene en el proceso de remodelación y/o adecuación según le corresponda.</li><li>• Observador: Puede ver el contenido de las reformas que hayan hecho en el campus y las solicitudes de remodelación y/o adecuación que le hayan sido asignadas.</li></ul>			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 8.** Características del perfil Invitado

Usuario	No registrado	Perfil	Visitante
Tipo de usuario	Secundario		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
Persona que visita la plataforma con la finalidad de encontrar información de interés, por ejemplo: información acerca del proceso de remodelación y/o adecuación de espacios físicos, información de contacto, acceder a las preguntas frecuentes, etc.			
Dentro de sus roles o funciones se encuentran:			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Consultar información general de la aplicación web.</li><li>• Registrar como un nuevo usuario por medio de un formulario de registro.</li><li>• Contactarse con el administrador por medio de un formulario de contacto.</li></ul>			

**Fuente:** Elaboración propia

**4.2.2 Historias de usuario.** A continuación, se describen las historias de usuario a tener en cuenta para definir las funcionalidades o necesidades que podrán hacer los usuarios en el sistema.

**Cuadro 9.** Historia de usuario: HU-01-01

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-01-01	Como usuario registrado	Necesito ver las reformas realizadas en el campus	Obtener información de los cambios de infraestructura realizados en el campus

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Visualización de reformas	Desde el mapa	Cuando de clic en el botón de “Ver reformas” del pop-up de un elemento seleccionado	El sistema mostrará las reformas realizadas hasta la fecha del elemento seleccionado.
2	Visualización de reformas	Desde el menú de la aplicación	Cuando de clic en el apartado “Ver reformas” del menú de la aplicación	El sistema mostrará las reformas realizadas hasta la fecha.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 10.** Historia de usuario: HU-01-02

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-01-02	Como usuario registrado	Necesito ver detalles de las reformas realizadas en el campus	Obtener información de las reformas

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Información de la reforma	Viendo las reformas	Cuando se dé clic en una reforma	El sistema mostrará la información de la reforma.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 11.** Historia de usuario: HU-01-03

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-01-03	Como usuario registrado	Necesito ver las solicitudes de remodelación y/o adecuación que he hecho o me han sido asignadas.	Obtener información de las solicitudes

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Visualización de solicitudes	Desde el mapa	Cuando de clic en el botón de “Ver solicitudes” del pop-up de un elemento seleccionado	El sistema mostrará las solicitudes realizadas por el solicitante asociadas al elemento seleccionado.
2	Visualización de solicitudes	Desde el menú de la aplicación	Cuando de clic en el apartado “Ver solicitudes” del menú de la aplicación	El sistema mostrará las solicitudes realizadas por el solicitante.
3	Sin solicitudes	En caso de no tener solicitudes realizadas	Cuando de clic en el apartado “Ver solicitudes” del menú de la	El sistema mostrará un mensaje de “No tienes solicitudes”

			aplicación o desde el pop-up.	
--	--	--	-------------------------------	--

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 12.** Historia de usuario: HU-01-04

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-01-04	Como usuario registrado	Necesito ver los detalles de una solicitud que he hecho o me han sido asignadas.	Obtener información de la solicitud

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Información de la solicitud	Viendo las solicitudes	Cuando se dé clic en una solicitud	El sistema mostrará la información de la solicitud.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 13.** Historia de usuario: HU-01-05

ID	Perfil	Característica/Funcionalidad	Razón/Resultado
HU-01-05	Como visitante	Necesito registrarme en la plataforma	Obtener una cuenta

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Formulario de registro	Desde el menú de la página inicial.	Cuando se dé clic en el botón registrar	El sistema mostrará un formulario de registro

2	Formulario incompleto	Cuando este llenando el formulario y falten campos	Cuando de clic en el botón enviar	El sistema mostrará un mensaje de error y no enviará el registro.
3	Validar registro de usuario vía email	En caso de que el usuario reciba el enlace en el correo electrónico	Cuando de clic sobre el enlace de confirmación	El sistema validará el usuario y mostrará el mensaje de “Se ha confirmado cuenta exitosamente” y quedará a la espera de ser activado por el administrador.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 14.** Historia de usuario: HU-01-06

ID	Perfil	Característica/Funcionalidad	Razón/Resultado
HU-01-06	Como usuario registrado	Necesito iniciar sesión en la plataforma	Para gestionar mis solicitudes y/o ver información de reformas

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Formulario de ingreso al sistema	Desde la página inicial	Cuando se dé clic en el botón iniciar sesión	El sistema mostrará un formulario de inicio de sesión

2	Datos incorrectos	Cuando este llenando el formulario, pero estén mal los datos	Cuando de clic en el botón enviar	El sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá el ingreso.
3	Recuperación de la cuenta	Si olvidó los datos	Cuando de clic sobre 'Olvidé la contraseña'	El sistema enviará al correo electrónico un mensaje de validación.
4	Ingreso	En caso de que el usuario llene correctamente el formulario de ingreso	Cuando de clic sobre el botón enviar	El sistema permitirá el ingreso a la cuenta.

**Fuente:** Elaboración propia

#### **Cuadro 15.** Historia de usuario: HU-01-07

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-01-07	Como solicitante o planta física	Necesito hacer una solicitud de remodelación y/o adecuación.	Con la finalidad de hacer un cambio de infraestructura.

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Abrir pop-up elemento	Desde la página del mapa	Cuando se dé clic en un elemento de una edificación	El sistema desplegará un pop-up con la información del elemento y algunos botones.

2	Ir al formulario de solicitud	Desde el pop-up de un elemento del mapa seleccionado	Cuando se dé clic en el botón "Solicitar"	El sistema mostrará un formulario de solicitud
3	Verificar campos	Cuando esté llenando el formulario de solicitud y falten campos	Cuando de clic en el botón "enviar"	El sistema mostrará un mensaje de llenar los campos requeridos y no enviará la solicitud.
4	Validación del registro	Cuando el usuario llene adecuadamente el formulario	Cuando de clic en el botón "enviar"	El sistema mostrará un mensaje de "solicitud creada exitosamente".

**Fuente:** Elaboración propia

#### **Cuadro 16.** Historia de usuario: HU-01-08

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-01-08	Como solicitante o planta física	Necesito borrar una solicitud realizada	Cancelar la solicitud de reforma.

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Visualización de solicitudes	Desde el menú de la aplicación	Cuando se dé clic en el botón "Ver Solicitudes" del menú de la aplicación.	El sistema mostrará las solicitudes realizadas por el solicitante.
2	Eliminar solicitud	Desde la lista de las solicitudes	Cuando se dé clic en el botón "Eliminar"	El sistema mostrará un mensaje de confirmación y posteriormente borrará la

				solicitud siempre y cuando la solicitud aún no haya sido atendida.
--	--	--	--	--

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 17.** Historia de usuario: HU-01-09

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-01-09	Como solicitante o planta física	Necesito ver el estado de mis solicitudes	Saber si mi solicitud ha sido atendida

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Ver información	Desde la página de solicitudes	Cuando se dé clic en el botón "Ver más" de una solicitud	El sistema mostrará los detalles de la solicitud incluido el estado de esta.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 18.** Historia de usuario: HU-01-10

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-01-10	Como solicitante o planta física	Necesito ser notificado del estado de la solicitud	Estar informado de los cambios de las solicitudes.

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Notificar atención	En caso de que planeación haya atendido la solicitud	Cuando se registre la recepción de la solicitud por	El sistema mostrará una notificación informándome

			parte de planeación	que la solicitud ya fue atendida.
2	Notificar respuesta	En caso de que planeación emita una respuesta a mi solicitud.	Cuando se registre la emisión de la respuesta	El sistema mostrara una notificación informándome la decisión que se ha tomado sobre mi solicitud.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 19.** Historia de usuario: HU-01-11

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-01-11	Como usuario registrado	Necesito ser notificado del progreso de una solicitud a la cual estoy vinculado.	Estar informado de los cambios en las solicitudes.

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Avance en el proceso	En caso de que algún actor cumpla una parte del proceso.	Cuando haya un avance en el proceso	El sistema mostrará una notificación informándome del avance que ha sufrido el trámite.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 20.** Historia de usuario: HU-01-12

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-01-12	Como usuario registrado	Necesito ver el progreso de una solicitud a la cual estoy vinculado	Estar informado del progreso de las solicitudes a las que estoy vinculado

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Ver proceso	Desde la página de detalles de la reforma o solicitud	Cuando se dé clic en el botón "Ver proceso".	El sistema mostrará el progreso con información de las etapas anteriores.

**Cuadro 21.** Historia de usuario: HU-02-01

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-02-01	Como administrador	Necesito tomar una decisión sobre los usuarios registrados en la plataforma	Para tener un control de usuarios

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Ver usuarios	Desde el menú de la aplicación	Cuando se dé clic en el botón "Usuarios".	El sistema mostrará los usuarios registrados en la aplicación.
2	Ver información de usuario	Desde la página de usuarios	Cuando se dé clic en el botón "Ver más"	El sistema mostrará la información del usuario.
3	Habilitar/Deshabilitar usuario	Desde la página de información del usuario.	Cuando se dé clic en el botón "Habilitar/Deshabilitar".	El sistema pondrá al usuario en modo habilitado/Deshabilitado según corresponda.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 22.** Historia de usuario: HU-02-02

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
----	--------	--------------------------------	-------------------

HU-02-02	Como planeación, oficina de contratación, interventor, planta física y UAA asesora	Necesito ser notificado cuando me sea asignada una nueva solicitud	Para estar al tanto de las nuevas solicitudes
----------	--	--	---

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Notificación en mapa	Desde el componente del mapa	Cuando un solicitante haga una nueva solicitud.	El sistema pondrá una alerta en el elemento de la edificación relacionada con la solicitud.
2	Notificación en menú	Desde el menú de la aplicación	Cuando un solicitante haga una nueva solicitud.	El sistema mostrará una nueva notificación en el ítem de notificaciones del menú de la aplicación.

**Fuente:** Elaboración propia

### **Cuadro 23.** Historia de usuario: HU-02-03

ID	Perfil	Característica/Funcionalidad	Razón/Resultado
HU-02-03	Como planeación	Necesito dar aval a una solicitud	Para permitir que siga el proceso de remodelación

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Ver información	Desde la página de solicitudes	Cuando se dé clic en el botón "Ver más" de una solicitud	El sistema mostrará los detalles de la solicitud
2	Dar visto bueno	Desde la página de detalles de la solicitud	Cuando se dé clic en el botón "Avalar solicitud".	El sistema agregará a la solicitud la información de

				aprobación por parte de planeación.
--	--	--	--	-------------------------------------

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 24.** Historia de usuario: HU-02-04

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-02-04	Como Planta Física, Planeación, Oficina de contratación, Interventor, UAA asesora o Solicitante	Necesito intervenir en el proceso de una solicitud.	Permitir el progreso de la solicitud

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Ver progreso	Desde la página de reformas o solicitudes	Cuando se dé clic en el botón "Ver más".	El sistema mostrará la ventana en la cual va el proceso, permitiendo ver la información de las etapas anteriores.
2	Intervenir en el proceso	Desde la página del progreso de la solicitud	Cuando el usuario realice las acciones correspondientes dependiendo de la etapa del proceso en la que se esté.	El sistema informará a los implicados en la reforma del progreso de esta. Además, permitirá que el proceso entré en la siguiente etapa.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 25.** Historia de usuario: HU-03-01

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
----	--------	--------------------------------	-------------------

HU-03-01	Como Planta Física, Planeación, Oficina de contratación, Interventor o UAA asesora	Necesito subir archivos	Permitir el progreso de la solicitud.
----------	--	-------------------------	---------------------------------------

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Ver progreso	Desde la página de solicitudes	Cuando se dé clic en el botón "Ver más".	El sistema mostrará la ventana en la cual va el proceso, permitiendo ver la información de las etapas anteriores.
2	Añadir archivos	Desde la página de alguna de las tareas del progreso.	Cuando el usuario de clic en el botón "Subir archivos"	El sistema permitirá añadir los archivos necesarios para cumplir con la etapa actual del proceso.

**Fuente:** Elaboración propia

### **Cuadro 26.** Historia de usuario: HU-04-01

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-04-01	Como usuario registrado	Necesito visualizar un mapa con la edificación	Para manipular los elementos de la edificación

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Ver edificación	Desde el menú de la aplicación	Cuando se dé clic en el botón "Mapa".	El sistema mostrará una ventana con la integración del modelo de la

				edificación en un SIG.
--	--	--	--	------------------------

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 27.** Historia de usuario: HU-04-02

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-04-02	Como usuario registrado	Necesito filtrar la información de la edificación	Para ver la información de la edificación

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Filtrar por capa	Desde el componente del mapa	Cuando se dé clic en alguna de las capas del paquete de capas del edificio.	El sistema activará o desactivará las capas seleccionadas
2	Filtrar por piso	Desde el componente del mapa	Cuando se elija un piso del filtro de pisos.	El sistema mostrará únicamente la información del piso seleccionado.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 28.** Historia de usuario: HU-04-03

ID	Perfil	Característica/Funcionalidad	Razón/Resultado
HU-04-03	Como usuario registrado	Necesito ver el nombre del edificio.	Para identificar la edificación

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Ver nombre de la edificación	Desde el componente del mapa	Cuando se cargue el mapa	El sistema mostrará un panel en la parte superior de la edificación con el nombre de esta.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 29.** Historia de usuario: HU-05-01

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-05-01	Como administrador	Necesito filtrar a los usuarios registrados en la plataforma	Para encontrar fácilmente a los usuarios

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Ver usuarios	Desde el menú de la aplicación	Cuando se dé clic en el botón “Usuarios”.	El sistema mostrará los usuarios registrados en la aplicación.
2	Filtrar usuarios por tipo de usuario	Desde la página de usuarios	Cuando se dé clic en algún elemento del submenú de la página de usuarios	El sistema mostrará los usuarios que cumplan con la opción seleccionada.
3	Filtrar usuarios por nombre	Desde la página de usuarios	Cuando se escriba un nombre en el buscador de la página de usuarios	El sistema mostrará los usuarios que cumplan con la opción seleccionada.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 30.** Historia de usuario: HU-05-02

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-05-02	Como usuario registrado	Necesito filtrar las solicitudes	Para poder distinguir entre solicitudes

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Ver solicitudes	Desde el menú de la aplicación	Cuando se dé clic en el botón “Solicitudes”.	El sistema mostrará las solicitudes registradas en la aplicación.
2	Filtrar solicitudes por estado de la solicitud	Desde la página de solicitudes	Cuando se dé clic en el elemento de filtro por estado del	El sistema mostrará las solicitudes que

			submenú de la página de solicitudes	cumplan con la opción seleccionada.
3	Filtrar solicitudes por fecha de la solicitud	Desde la página de solicitudes	Cuando se dé clic en el elemento de filtro por fecha del submenú de la página de solicitudes	El sistema mostrará las solicitudes que cumplan con la opción seleccionada.
4	Filtrar solicitudes por nombre del edificio de la solicitud	Desde la página de solicitudes	Cuando se dé clic en el elemento de filtro por nombre de la edificación del submenú de la página de solicitudes	El sistema mostrará las solicitudes que cumplan con la opción seleccionada.

**Fuente:** Elaboración propia

### **Cuadro 31.** Historia de usuario: HU-05-03

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-05-03	Como usuario registrado	Necesito filtrar las reformas registradas en la plataforma	Para encontrar fácilmente a una reforma

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Ver reformas	Desde el menú de la aplicación	Cuando se dé clic en el botón "Reformas".	El sistema mostrará las reformas realizadas en el campus.
2	Filtrar reformas por estado de la reforma	Desde la página de reformas	Cuando se dé clic en algún elemento del submenú de la página de reformas	El sistema mostrará las reformas que cumplan con la opción seleccionada.
3	Filtrar reformas por fecha	Desde la página de reformas	Cuando se seleccione una fecha del filtro de fecha de la página de reformas	El sistema mostrará las reformas que cumplan con la opción seleccionada.
4	Filtrar reformas por edificación	Desde la página de reformas	Cuando se seleccione una edificación del filtro de edificaciones de	El sistema mostrará las reformas que cumplan con la opción seleccionada.

			la página de reformas	
--	--	--	-----------------------	--

**Fuente:** Elaboración propia

### **Cuadro 32.** Historia de usuario: HU-06-01

ID	Perfil	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU-06-01	Como usuario registrado	Necesito poder visualizar los elementos que están asociados a una solicitud desde el mapa.	Para saber qué elementos de la edificación contienen solicitudes

**Fuente:** Elaboración propia

N°	Título	Contexto	Evento	Resultado
1	Ver mapa con los elementos asociados a las solicitudes	Desde el menú de la aplicación	Cuando se dé clic en el botón "Mapa".	El sistema mostrará el mapa con la edificación y los elementos de la edificación tendrán un clasificador temático dependiendo del estado de la solicitud asociada al elemento. Amarillo: Si el estado es "Pendiente". Verde: Si el estado es "En trámite". Rojo: Si el estado es "Rechazada"

**Fuente:** Elaboración propia

**4.2.3 Definición de los requerimientos de la aplicación.** A continuación, se presentan los requerimientos tanto funcionales como no funcionales para el desarrollo de la aplicación web.

#### 4.2.3.1 Requerimientos funcionales.

**Cuadro 33.** Requisito funcional N°1 - Administrar solicitudes

Nombre	Administrar solicitudes		
Código	RF-01-01	Prioridad	Alta
Historias de usuario	HU-01-07, HU-01-08.		
Participantes	Solicitante, Planta Física.		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<p>La aplicación debe permitir al Solicitante y al actor de Planta Física, crear y eliminar sus propias solicitudes de remodelación y/o adecuación.</p> <p>Para la creación de la solicitud de remodelación y adecuación, se hace mediante el modelo de la edificación de la Escuela de Ingeniería Mecánica, seleccionando el espacio físico a remodelar, y posteriormente, a través de un formulario, que validará cada uno de sus campos, se emitirá la solicitud.</p> <p>Para la eliminación de las solicitudes, se hace siempre y cuando las solicitudes no hayan sido atendidas por algún actor de Planeación.</p>			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 34.** Requisito funcional N°2 - Ver solicitudes

Nombre	Ver solicitudes		
Código	RF-01-02	Prioridad	Alta
Historias de usuario	HU-01-03		
Participantes	Todos los usuarios registrados en la aplicación.		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<p>La aplicación debe permitir a los usuarios registrados en la aplicación, ver las solicitudes de remodelación y/o adecuación.</p>			

Para la visualización de las solicitudes se hace de la siguiente manera dependiendo del perfil de usuario:

- Los actores de Planta Física, Planeación y Administración podrán ver todas las solicitudes.
- El solicitante únicamente podrá ver las solicitudes que haya realizado.
- Los actores de la Oficina de Contratación, Unidad Asesora e Interventor sólo podrán ver las solicitudes asignadas para intervenir.

Para ver las solicitudes, el usuario tendrá dos maneras: desde el menú de la aplicación, seleccionando el ítem de “Solicitudes” y desde el mapa, seleccionando el edificio y dando clic en el ítem “Solicitudes”.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 35.** Requisito funcional N°3 - Ver detalles solicitudes

<b>Nombre</b>	Ver detalles solicitudes		
<b>Código</b>	RF-01-03	<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Historias de usuario</b>	HU-01-04, HU-01-12		
<b>Participantes</b>	Todos los usuarios registrados en la aplicación.		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
La aplicación debe permitir a los usuarios registrados en la aplicación ver los detalles de las solicitudes de remodelación y/o adecuación.			
La información que se debe mostrar para una solicitud es la siguiente:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nombre de UAA solicitante</li> <li>▪ Nombre del usuario solicitante</li> <li>▪ Información de la edificación (nombre, piso y elemento)</li> <li>▪ Fecha y hora de la solicitud</li> <li>▪ Estado de la solicitud</li> <li>▪ Descripción de la solicitud</li> </ul>			

- Formulario de solicitud
- Ver proceso

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 36.** Requisito funcional N°4 - Avalar solicitudes

Nombre	Avalar solicitudes		
Código	RF-01-04	Prioridad	Alta
Historias de usuario	HU-02-03		
Participantes	Planeación		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<p>La aplicación debe permitir a Planeación la acción de aval o rechazo para las solicitudes de remodelación y/o adecuación.</p> <p>El aval por parte de Planeación se hace cuando se tengan los documentos que respalden el aval de la solicitud, es decir, comprobando que haya viabilidad técnica y financiera. Además, en caso de que Planeación avale alguna solicitud, debe realizar y emitir un documento en donde exprese los motivos de la aprobación. Por otro lado, cuando Planeación decide rechazar la solicitud, debe enviar al solicitante los motivos de la no aprobación.</p>			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 37.** Requisito funcional N°5 - Estado de las solicitudes

Nombre	Estado de las solicitudes		
Código	RF-01-05	Prioridad	Alta
Historias de usuario	HU-01-09		
Participantes	Solicitante, Planta Física		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			

La aplicación debe permitir al usuario que realiza la solicitud (Solicitante o Planta Física) ver el estado de las solicitudes que ha realizado.

Las solicitudes tendrán tres estados; Pendiente, En trámite y Rechazada. Tan pronto el usuario crea la solicitud, esta solicitud cambia al estado “Pendiente” hasta que sea tramitada por Planeación. Una vez la solicitud es recibida y se inicie el proceso para avalarla, el estado de la solicitud cambia a “En trámite”. Posteriormente, si planeación decide rechazar la solicitud, esta queda en estado “Rechazada”. Para ver el estado de la solicitud, el solicitante lo puede hacer desde la unidad de contenido de la solicitud o entrando a la opción ver detalles de la solicitud.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 38.** Requisito funcional N°6 - Ver reformas

Nombre	Ver reformas		
Código	RF-01-06	Prioridad	Alta
Historias de usuario	HU-01-01		
Participantes	Todos los usuarios registrados en la aplicación		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<p>La aplicación debe permitir a todos los usuarios registrados en la aplicación visualizar las reformas que se han realizado en el campus. En el caso de estudio del Edificio de Mecánica. Cabe destacar que, en este proyecto, una reforma significa una solicitud ejecutada y finalizada.</p> <p>Para ver las reformas que se han realizado en el campus, el usuario tendrá dos maneras: desde el menú de la aplicación, seleccionando el ítem de “Reformas” y desde el mapa, seleccionando el edificio y dando clic en el ítem “Reformas”.</p>			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 39.** Requisito funcional N°7 - Ver detalles reformas

Nombre	Ver detalles reformas		
Código	RF-01-07	Prioridad	Alta
Historias de usuario	HU-01-02, HU-01-12		
Participantes	Todos los usuarios registrados en la aplicación		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
La aplicación permite ver la información de las reformas. La información por mostrar para las reformas es la siguiente:			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nombre de la entidad solicitante</li><li>• Información de la edificación (nombre, piso y elemento)</li><li>• Fecha en la que se realizó la reforma</li><li>• El personal de planeación que aprobó la reforma</li><li>• Descripción de la reforma</li><li>• Ver el proceso que se llevó a cabo para hacer la reforma</li></ul>			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 40.** Requisito funcional N°8 - Notificar cambio de estado

Nombre	Notificar cambio de estado en las solicitudes		
Código	RF-01-08	Prioridad	Media
Historias de usuario	HU-01-10		
Participantes	Solicitante, Planta Física		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
La aplicación debe notificar al Solicitante o Planta Física cuando se haga un cambio de estado en una solicitud que han realizado.			
La aplicación debe notificar cuando la solicitud es recibida por Planeación y cambiar al estado “En trámite”. Además, debe notificar cuando Planeación emita			

una respuesta a la solicitud, es decir, si la rechaza, debe cambiar de estado a “Rechazada”.

Esta notificación debe quedar almacenada en el ítem “Notificaciones” del menú de la aplicación y debe clasificar el elemento del edificio asociado al espacio físico de la solicitud en un estado de alerta resaltado en color.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 41.** Requisito funcional N°9 - Notificar nueva solicitud

Nombre	Notificar nueva solicitud		
Código	RF-01-09	Prioridad	Media
Historias de usuario	HU-02-02		
Participantes	Planeación, Oficina de Contratación, Interventor, Planta Física y UAA Asesora		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
La aplicación debe notificar a Planeación cuando haya una nueva solicitud y a los distintos actores que intervienen en la solicitud.			
Esta notificación debe quedar almacenada en el ítem “Notificaciones” del menú de la aplicación y debe clasificar el elemento del edificio asociado al espacio físico de la solicitud en un estado de alerta resaltado en color.			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 42.** Requisito funcional N°10 - Notificar progreso

Nombre	Notificar progreso		
Código	RF-01-10	Prioridad	Media
Historias de usuario	HU-01-11		
Participantes	Todos los usuarios registrados en la aplicación.		

DESCRIPCIÓN
<p>La aplicación debe notificar a todos los actores involucrados en la solicitud cuando haya un avance.</p> <p>Esta notificación debe quedar almacenada en el ítem “Notificaciones” del menú de la aplicación y debe clasificar el elemento del edificio asociado al espacio físico de la solicitud en un estado de alerta resaltado en color.</p>

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 43.** Requisito funcional N°11 - Gestión de usuarios

Nombre	Gestión de usuarios		
Código	RF-01-11	Prioridad	Media
Historias de usuario	HU-02-01		
Participantes	Administrador		
DESCRIPCIÓN			
<p>La aplicación debe permitir al administrador gestionar a los usuarios registrados en la aplicación.</p> <p>Una vez los usuarios se registren en la aplicación, el administrador podrá ver su información y cambiar su estado. Los usuarios tendrán tres estados: Activo, Desactivado y Pendiente. Solo los usuarios que tengan el estado “Activo” podrán acceder a la aplicación. Una vez los usuarios se registren en la plataforma quedarán en el estado “Pendiente”, hasta que sean habilitados por el administrador según la gestión interna de la Unidad.</p>			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 44.** Requisito funcional N°12 - Subir archivos

Nombre	Subir archivos		
Código	RF-01-12	Prioridad	Alta

Historias de usuario	HU-03-01
Participantes	Todos los usuarios registrados en la aplicación
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>La aplicación debe permitir a todos los usuarios registrados en la aplicación subir archivos (.docx, .ZIP, .pdf y .DWG).</p> <p>Los archivos registrados pueden ser planos en CAD de la edificación (.dwg) o algún archivo de información complementaria (.docx o .pdf). Estos archivos se subirán en dos posibles escenarios: el primero, mientras el solicitante realiza la solicitud, al llenar el formulario de solicitud puede subir algún archivo para complementar la solicitud. El segundo escenario, es durante el proceso de remodelación, donde puede subir documentos que sean necesarios para continuar con el proceso (acta de inicio, concepto técnico, acta de liquidación de obra, etcétera).</p>	

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 45.** Requisito funcional N°13 - Intervenir en el proceso

Nombre	Intervenir en el proceso		
Código	RF-01-13	Prioridad	Alta
Historias de usuario	HU-02-04		
Participantes	Todos los usuarios registrados en la aplicación		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<p>La aplicación debe permitir a los usuarios registrados en la aplicación intervenir en el proceso de una solicitud. Para que un usuario haga una intervención depende de la parte del flujo del proceso y si es un actor habilitado para intervenir.</p>			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 46.** Requisito funcional N°14 - Registro e inicio de sesión de usuarios

Nombre	Registro e inicio de sesión de usuarios		
Código	RF-01-14	Prioridad	Alta
Historias de usuario	HU-01-05, HU-01-06		
Participantes	Todos los usuarios		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<p>El usuario debe poder registrarse e iniciar sesión en la aplicación.</p> <p>Para registrarse en la aplicación el usuario lo hace por medio de un formulario de registro; este formulario tiene los siguientes campos validados:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Nombre de usuario</li><li>• Correo electrónico; que se validará con un correo electrónico válido perteneciente a la Universidad; correos con estructura @uis.edu.co o @correo.uis.edu.co.</li><li>• Contraseña</li><li>• Unidad académica y/o Administrativa a la que pertenece</li><li>• Perfil con que desea registrarse en la aplicación (Solicitante, Interventor, Planta Física, Oficina de contratación, Planeación o UAA Asesora)</li></ul> <p>Para iniciar sesión en la aplicación se hace por medio de un formulario, este formulario tiene los siguientes campos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Correo electrónico; que se validará por medio de un correo electrónico válido perteneciente a la Universidad</li><li>• Contraseña</li></ul>			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 47.** Requisito funcional N°15 - Edificación en SIG

Nombre	Edificación en SIG		
Código	RF-01-15	Prioridad	Media
Historias de usuario	HU-04-01		
Participantes	Todos los usuarios registrados en la aplicación		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
La aplicación permite a todos los usuarios registrados en la aplicación visualizar la edificación en un visor de mapa geográfico. Tan pronto los usuarios ingresan a la aplicación, podrán visualizar el mapa con el modelo tridimensional del edificio. Esta interfaz contiene la edificación.			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 48.** Requisito funcional N°16 - Filtrar información de la edificación

Nombre	Filtrar información de la edificación		
Código	RF-01-16	Prioridad	Media
Historias de usuario	HU-04-02		
Participantes	Todos los usuarios registrados en la aplicación.		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
La aplicación permite a todos los usuarios registrados en la aplicación, filtrar la información por pisos y capas de la edificación.  Para filtrar por piso, el usuario puede seleccionar el piso del cual quiere ver información y la aplicación mostrará únicamente la información de la edificación que esté asociada a ese piso.			

Para filtrar por capas, la aplicación muestra las capas de la edificación (puertas, pisos, paredes, escaleras, etcétera) y el usuario puede mostrar u ocultar la capa seleccionada.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 49.** Requisito funcional N°17 - Identificar edificación

Nombre	Identificar edificación		
Código	RF-01-17	Prioridad	Baja
Historias de usuario	HU-04-03		
Participantes	Todos los usuarios registrados en la aplicación.		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
La aplicación muestra a todos los usuarios registrados en la aplicación, el nombre de la edificación etiquetada con el fin de identificar el edificio. Esta etiqueta está ubicada en la parte superior de la edificación y tiene un rango máximo y mínimo de visión que depende de la escala del mapa base.			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 50.** Requisito funcional N°18 - Filtrar usuarios

Nombre	Filtrar usuarios		
Código	RF-01-18	Prioridad	Baja
Historias de usuario	HU-05-01		
Participantes	Administrador		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
La aplicación permite al administrador filtrar a los usuarios. Los usuarios pueden filtrar de las siguientes formas:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por estado: Filtrar a los usuarios dependiendo de su estado (Activo, Desactivado y Pendiente).</li> </ul>			

- Por nombre: Filtrar a los usuarios por su nombre.
- Por perfil: Filtrar a los usuarios dependiendo de su perfil (Solicitante, Planta Física, Planeación, Interventor, Oficina de contratación y UAA Asesora)

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 51.** Requisito funcional N°19 - Filtrar solicitudes

Nombre	Filtrar solicitudes		
Código	RF-01-19	Prioridad	Baja
Historias de usuario	HU-05-02		
Participantes	Todos los usuarios registrados en la aplicación.		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<p>La aplicación permite filtrar de las siguientes formas las solicitudes dependiendo del perfil de usuario:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrador, Solicitante, Planta Física y Planeación pueden filtrar las solicitudes por estado de la solicitud (Pendiente, En trámite y Rechazada) y por nombre de la edificación.</li> <li>• A los demás perfiles de usuario únicamente se les permite filtrar por nombre de la edificación.</li> </ul>			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 52.** Requisito funcional N°20 - Filtrar reformas

Nombre	Filtrar reformas		
Código	RF-01-20	Prioridad	Baja
Historias de usuario	HU-05-03		
Participantes	Todos los usuarios registrados en la aplicación		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			

La aplicación permite a todos los usuarios registrados en la aplicación filtrar las reformas de las siguientes formas:

- Por solicitante: Filtrar las reformas dependiendo del nombre del solicitante
- Por fecha: Filtrar las reformas fecha de realización de la reforma
- Por nombre de edificación: Filtrar las reformas por nombre del edificio que se reformó.

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 53.** Requisito funcional N°21 - Clasificador temático.

Nombre	Clasificador temático		
Código	RF-01-21	Prioridad	Alta
Historias de usuario	HU-06-01		
Participantes	Todos los usuarios que puedan crear, visualizar o intervenir una solicitud.		
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<p>La aplicación permite a todos los usuarios que tengan acceso a las solicitudes poder observar una discriminación por estado de los elementos de la edificación que tengan solicitudes asociadas a ellos. La discriminación se realiza dependiendo del estado de la solicitud.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pendiente: el elemento de la edificación se muestra en color amarillo.</li> <li>• En trámite: el elemento de la edificación se muestra en color verde.</li> <li>• Rechazada: el elemento de la edificación se muestra en color rojo.</li> </ul>			

**Fuente:** Elaboración propia

**4.2.3.2 Requerimientos no funcionales.**

**Cuadro 54.** Requisito No Funcional N°1 – Interfaz del Sistema

Nombre	Interfaz del Sistema
--------	----------------------

Código	RNF-01	Prioridad	Alta
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
La aplicación tiene interfaces gráficas estéticas y la implementación es de uso intuitivo y adaptable a los cambios de tamaño de pantalla (responsive), de acuerdo con los dispositivos desde donde se accede a ella, de tal forma que los usuarios tienen un fácil manejo de la aplicación.			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 55.** Requisito No Funcional N°2 – Validación de Datos

Nombre	Validación de Datos		
Código	RNF-02	Prioridad	Alta
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
El sistema valida los datos de forma automática, cuando el usuario ingresa la información requerida en los formularios. En el proceso de validación, se tiene en cuenta la obligatoriedad de campos, el manejo del tipo de dato, entre otros aspectos.			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 56.** Requisito No Funcional N°3 – Ventanas de Confirmación

Nombre	Ventanas de Confirmación		
Código	RNF 07	Prioridad	Alta
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
El sistema genera ventanas de confirmación para informar a los usuarios cuándo una acción realizada fue exitosa o tuvo errores y de esta forma garantiza el total entendimiento en los procesos que se realizan dentro del sitio web.			

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 57.** Requisito No Funcional N°4 – Arquitectura

Nombre	Arquitectura		
--------	--------------	--	--

Código	RNF 08	Prioridad	Alta
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
La aplicación es una aplicación web, desarrollada en Angular como <i>framework</i> de desarrollo, donde se implementa HTML 5, CSS 3 y Typescript y tecnología Web. El sistema tiene interfaces gráficas de administración y de operación en ambiente web, para permitir el uso a través de los exploradores disponibles.			

**Fuente:** Elaboración propia

### 4.3 REQUERIMIENTOS CUMPLIDOS EN EL PROYECTO

A continuación, se mencionan los requerimientos que se cumplieron durante en el desarrollo del proyecto.

#### 4.3.1 Perfiles de usuario.

**Cuadro 58.** Perfiles implementados

Perfil	Implementado
Solicitante	Si
Planta Física	Si
Planeación	Si
Interventor	Si
Administrador	Si
Oficina de Contratación	Si
UAA Asesora	Si
Visitante	Si

**Fuente:** Elaboración propia

**4.3.2 Requerimientos funcionales.** En esta sección, se describen los requerimientos funcionales que fueron cumplidos durante el desarrollo del proyecto.

**Cuadro 59.** Requerimientos funcionales implementados

<b>N°</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Implementado</b>
1	RF-01-01	Administrar solicitudes	Si
2	RF-01-02	Ver solicitudes	Si
3	RF-01-03	Ver detalles solicitudes	Si
4	RF-01-04	Avalar solicitudes	Si
5	RF-01-05	Estado de las solicitudes	Si
6	RF-01-06	Ver reformas	Si
7	RF-01-07	Ver detalles reformas	Si
8	RF-01-08	Notificar cambio de estado en las solicitudes	Si
9	RF-01-09	Notificar nueva solicitud	Si
10	RF-01-10	Notificar progreso	Si
11	RF-01-11	Gestión de usuarios	Si
12	RF-01-12	Subir archivos	Si
13	RF-01-13	Intervenir en el proceso	Si

14	RF-01-14	Registro e inicio de sesión de usuarios	Si
15	RF-01-15	Edificación en SIG	Si
16	RF-01-16	Filtrar información de la edificación	Si
17	RF-01-17	Identificar edificación	Si
18	RF-01-18	Filtrar usuarios	No
19	RF-01-19	Filtrar solicitudes	No
20	RF-01-20	Filtrar reformas	No
21	RF-01-21	Clasificador temático	Si

**Fuente:** Elaboración propia

**4.3.3 Requerimientos no funcionales.** En esta sección, se describen los requerimientos no funcionales que fueron cumplidos durante el desarrollo del proyecto.

**Cuadro 60.** Requerimientos no funcionales implementados

N°	Código	Descripción	Implementado
1	RNF-01	Interfaz del Sistema	Si
2	RNF-02	Validación de Datos	Si
3	RNF-03	Ventanas de Confirmación	Si
4	RNF-04	Arquitectura	Si

**Fuente:** Elaboración propia

**4.3.4 Diseño de las interfaces de usuario.** Las interfaces de usuario son todos los gráficos que ayudan a la interacción entre nuestro sistema y los usuarios finales. La idea de hacer el diseño de las interfaces de usuario es facilitar la transmisión de información, la navegabilidad, la interacción y ayudar a tener una idea del diseño al momento de desarrollar los componentes de la aplicación final. A continuación, se presenta el diseño de las diferentes interfaces de usuario haciendo uso de la herramienta Adobe XD<sup>23</sup>.

**4.3.4.1 Registro e inicio de sesión.** A continuación, se detallan las interfaces de usuario para inicio de sesión y registro.

---

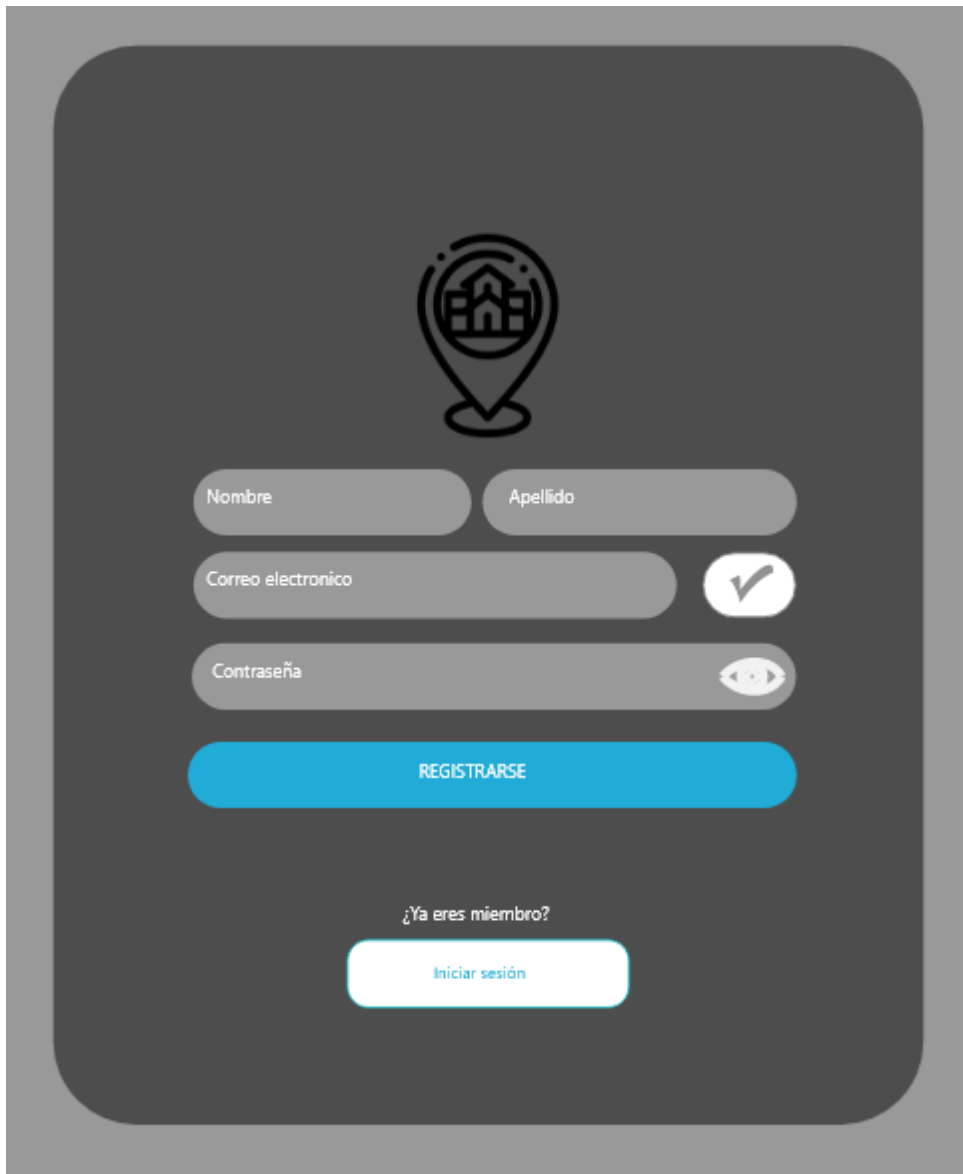
<sup>23</sup> Herramienta Adobe XD. [Sitio web]. [Consulta: 20 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.adobe.com/la/products/xd.html>

**Ilustración 10.** Diseño de interfaz de inicio de sesión



**Fuente:** Elaboración propia

**Ilustración 11.** Diseño de interfaz de registro de usuario



The image shows a user registration interface on a dark grey background. At the top center is a logo consisting of a house icon inside a location pin. Below the logo are four input fields: 'Nombre' and 'Apellido' (two separate fields), 'Correo electrónico' (with a checkmark icon to its right), and 'Contraseña' (with an eye icon to its right). A large blue button labeled 'REGISTRARSE' is positioned below the input fields. At the bottom, the text '¿Ya eres miembro?' is displayed above a white button labeled 'Iniciar sesión'.

**Fuente:** Elaboración propia

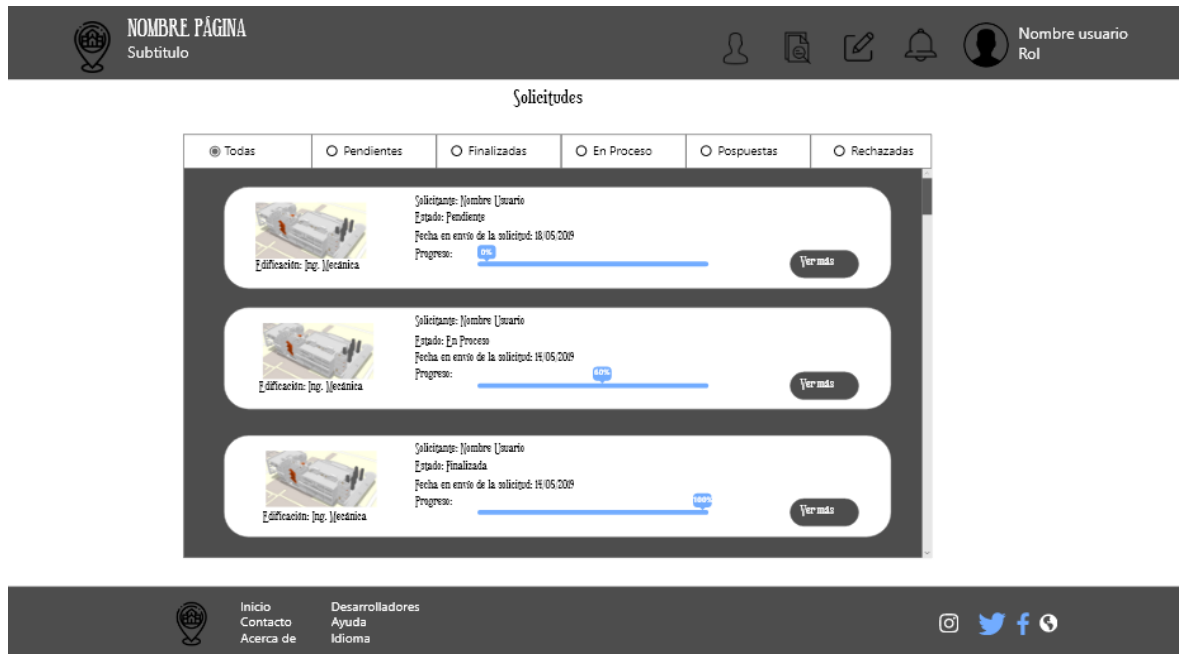
## Ilustración 12. Diseño de interfaz de registro exitoso



**Fuente:** Elaboración propia

**4.3.4.2 Solicitudes.** A continuación, se describe la interfaz de usuario que permite visualizar todas las solicitudes de remodelación y/o adecuación de espacios físicos que se hayan realizado en el campus principal de la universidad.

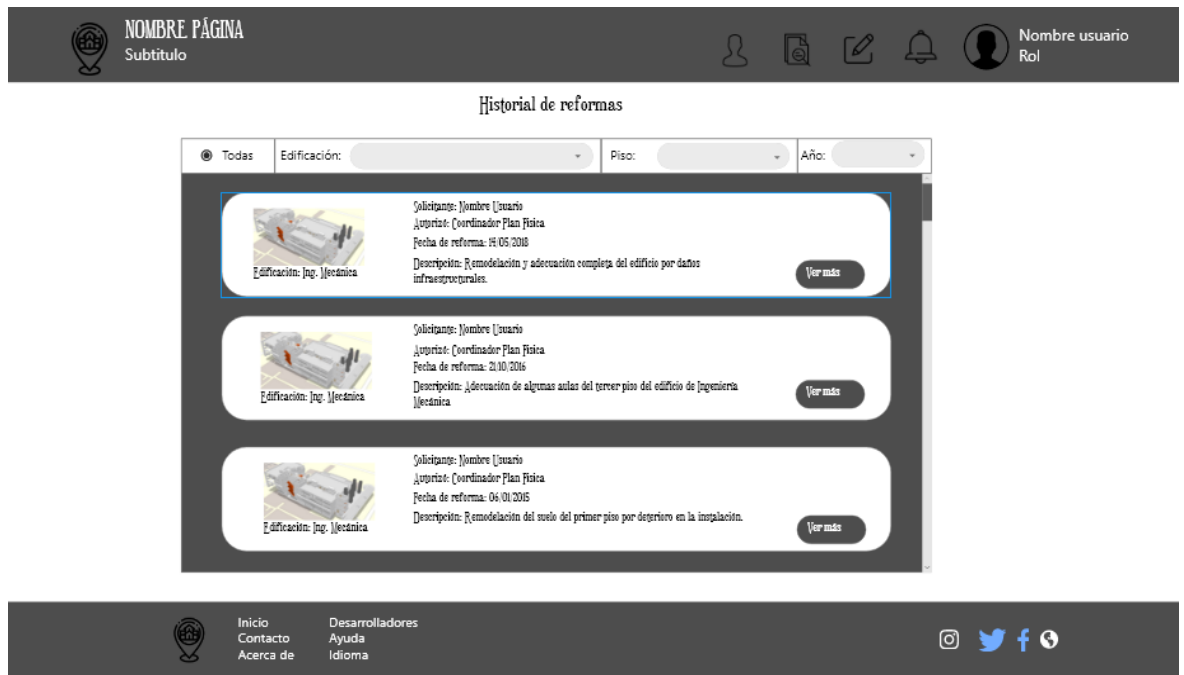
### Ilustración 13. Diseño de interfaz de ver solicitudes



**Fuente:** Elaboración propia

**4.3.4.3 Reformas.** A continuación, se describe la interfaz de usuario que permite visualizar todas las reformas que se hayan realizado en el campus principal de la universidad.

## Ilustración 14. Diseño de la interfaz de las reformas



**Fuente:** Elaboración propia

**4.3.4.4 Solicitud por parte del solicitante.** A continuación, se describen las interfaces de usuario que hacen parte del proceso de realización de una nueva solicitud del proceso de remodelación y/o adecuación de espacios físicos de la universidad.

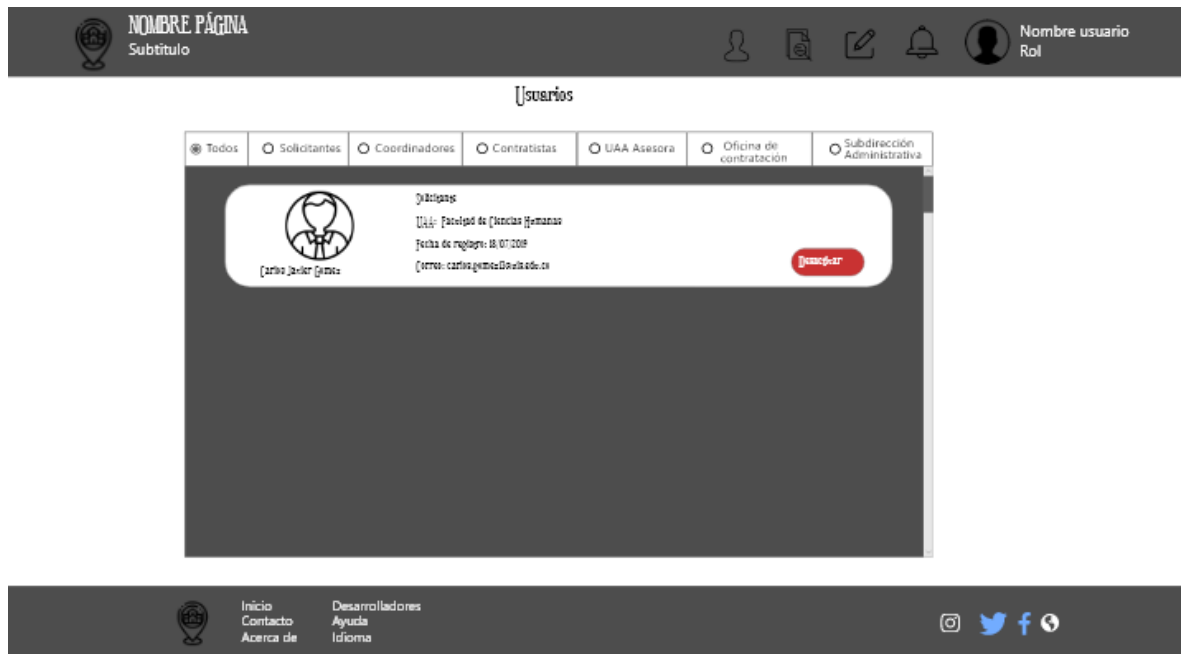
## Ilustración 15. Diseño de la interfaz del proceso de solicitud



Fuente: Elaboración propia

**4.3.4.5 Módulo de usuarios.** A continuación, se describe la interfaz de usuario que permite al administrador visualizar todos los usuarios registrados en la aplicación web.

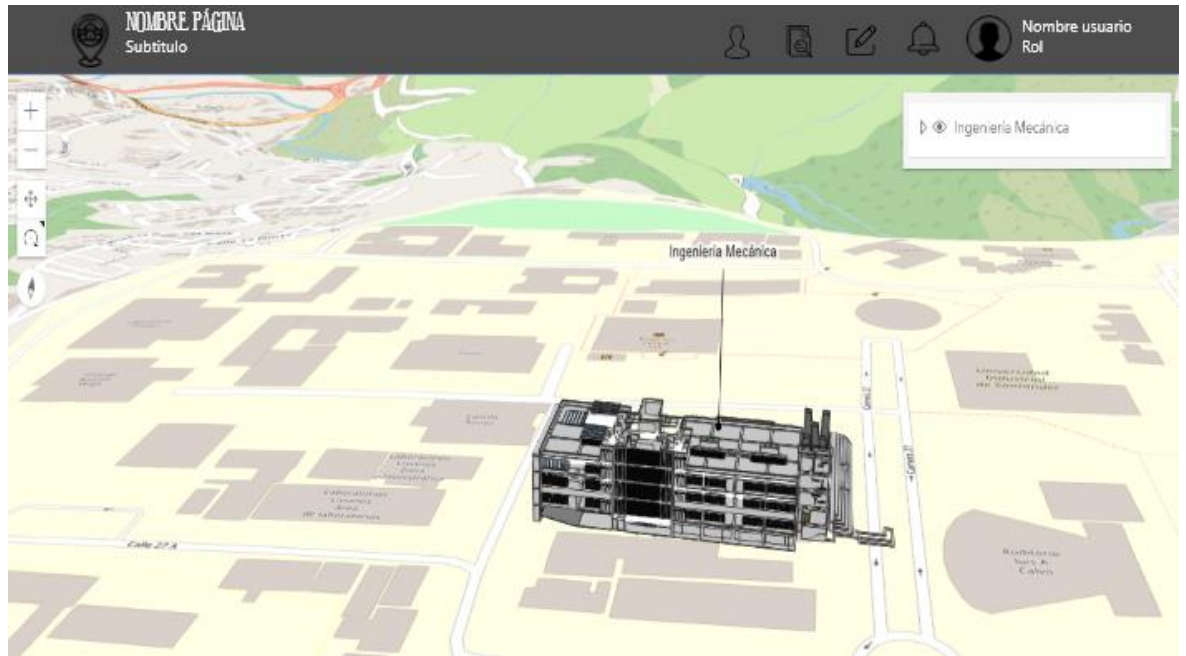
**Ilustración 16.** Diseño de la interfaz del módulo de usuario



**Fuente:** Elaboración propia

**4.3.4.6 Edificación dentro del sistema de información geográfica.** A continuación, se describe la interfaz de usuario que permite visualizar la edificación dentro del sistema de información geográfica.

**Ilustración 17.** Diseño de la interfaz del edificio en SIG



**Fuente:** Elaboración propia

Las anteriores interfaces son las más representativas de la aplicación. Todo el documento de las interfaces se puede consultar en los anexos de este proyecto.

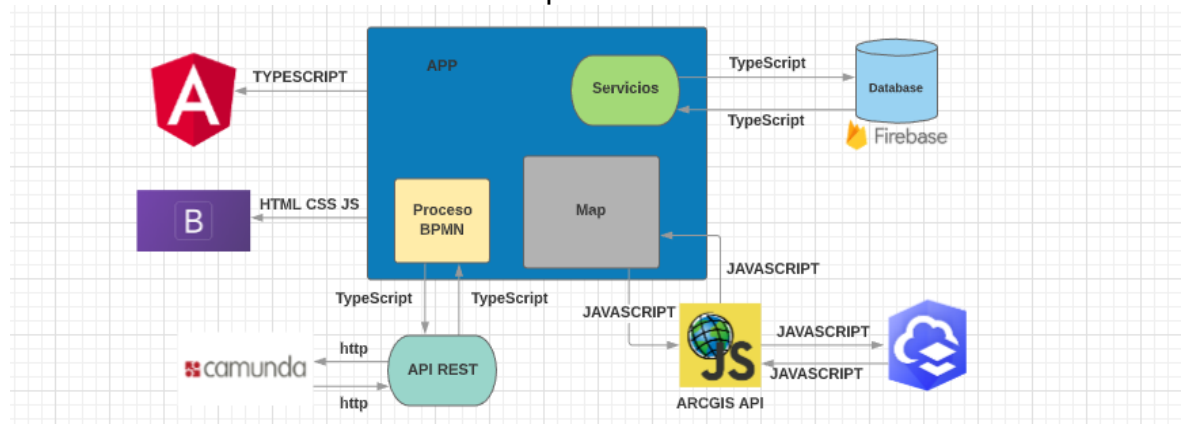
## 5 DISEÑO

En este capítulo se presenta la infraestructura y modelo de datos implementado para el desarrollo de la aplicación.

### 5.1 INFRAESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN

Se entiende por infraestructura al conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para que una organización pueda funcionar o bien para que una actividad se desarrolle efectivamente. Para el caso de las aplicaciones web la infraestructura son todas las herramientas que la conforman y son necesarias para que la aplicación funcione. La siguiente ilustración presenta la infraestructura de la aplicación con las tecnologías necesarias para el desarrollo.

**Ilustración 18.** Infraestructura de la aplicación



**Fuente:** Elaboración propia

La aplicación funciona con Firebase como gestor de base de datos, además la aplicación hace uso de Typescript para hacer la comunicación con esta base de

datos y Angular como *framework* de desarrollo, a su vez, Angular se utiliza para generar las interfaces de usuario usando Bootstrap 4 con HTML y CSS. En cuanto al módulo del proceso, se implementa TypeScript para comunicarse con Camunda mediante un API de servicios web tipo REST. Camunda se encarga de gestionar toda la información obtenida durante cada una de las instancias de los procesos y guarda la información dentro del servidor. Por otro lado, para el módulo del visor del mapa y edificio, se usa la API de ArcGIS para Javascript orientada a objetos para obtener la Web Scene almacenada en ArcGIS *Online* y manipular los objetos de la edificación.

**5.1.1 Comunicación de los módulos.** Entre los módulos de la aplicación se encuentra el módulo que comunica con la base de datos, el módulo que comunica con Camunda para la administración y gestión de las instancias del proceso de infraestructura seleccionado y también existe el módulo que comunica con ArcGIS Online para obtener la información del SIG y la edificación. A continuación, se describen cada uno de esos módulos.

**5.1.1.1 Módulo de Comunicación con Firebase.** Para la comunicación con la base de datos Firebase se implementa AngularFire2 que permite acceder a todos los servicios de Firebase (Autenticación, almacenamiento de datos, almacenamiento de archivos, etc). AngularFire2 se implementa en Angular y se usa mediante servicios previamente desarrollados que permiten implementar cada uno de los servicios de Firebase.

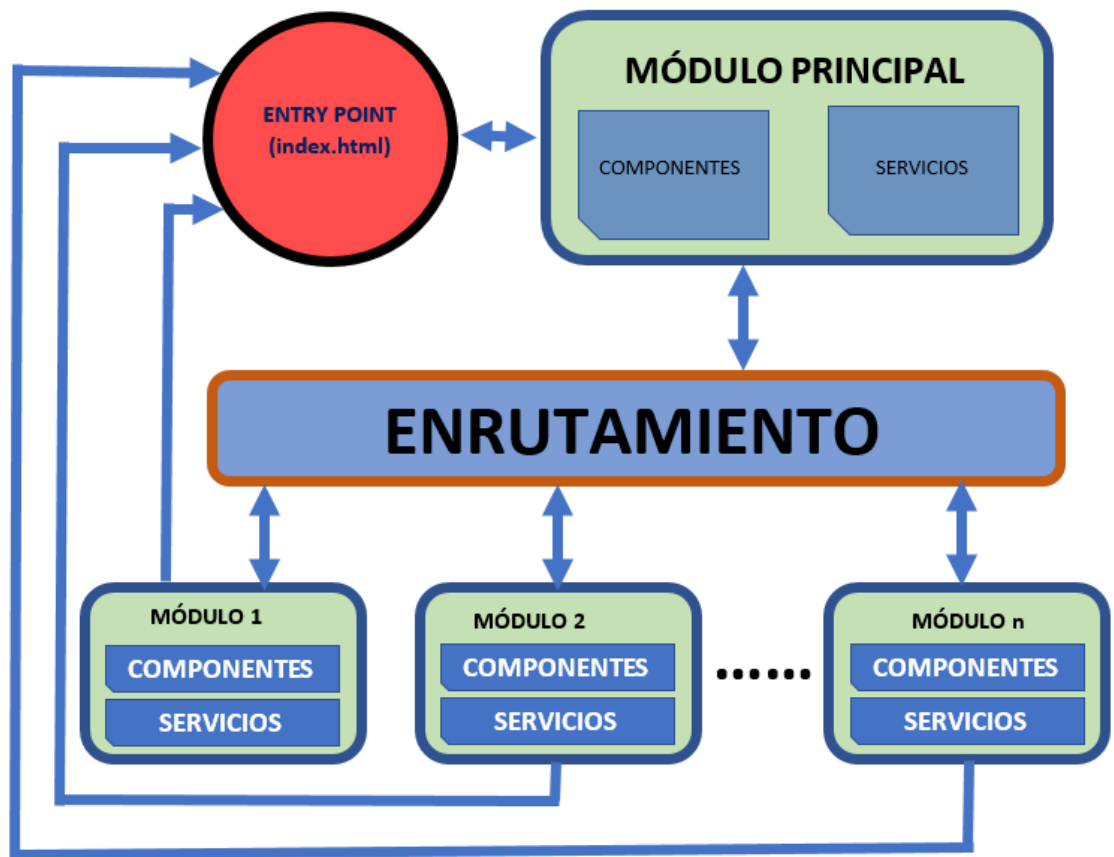
**5.1.1.2 Módulo de Comunicación con Camunda.** En el servidor de Camunda implantado, se almacena el diagrama del proceso de infraestructura implementado en la aplicación. A su vez, Camunda ofrece el servicio de acceder a toda la información del proceso; tareas, instancias y variables almacenadas, mediante uso de la API REST. Esta API REST implementa peticiones HTTP para almacenar y/o obtener la información desde la base de datos de Camunda. De este modo, desde Angular se accede a la información de Camunda creando servicios con métodos que mediante peticiones HTTP accedan al API REST establecido por Camunda.

**5.1.1.3 Módulo de Comunicación con ArcGIS Online.** Una vez se realizada la integración entre el modelo de la edificación tridimensional y el visor de mapa, la información obtenida queda almacenada en ArcGIS Online como una Web Scene. En el componente del mapa desarrollado en Angular se encuentra el acceso a la Web Scene de ArcGIS Online. Para lograr la comunicación entre Angular y la Web Scene se implementa con la API de ArcGIS para JavaScript, que permite acceder a los datos guardados en ArcGIS Online y trabajar con los objetos que componen el modelo tridimensional de las Web Scenes.

**5.1.2 Aplicación en Angular.** Angular es un *framework opensource* desarrollado por Google para facilitar la creación y programación de aplicaciones web de una sola página, las webs SPA (*Single Page Application*). Angular separa completamente el frontend y el backend en la aplicación, evita escribir código repetitivo y mantiene todo más ordenado gracias a su patrón MVC (Modelo-Vista-Controlador) asegurando los desarrollos con rapidez, a la vez que posibilita modificaciones y actualizaciones. Entre otras ventajas, este *framework* es modular y escalable adaptándose a nuestras necesidades y al estar basado en el estándar de componentes web, y con un conjunto de interfaz de programación de aplicaciones (API) permite crear nuevas etiquetas HTML personalizadas que pueden reutilizarse. El lenguaje principal de programación de Angular es Typescript, y toda la sintaxis, lo que añade coherencia y consistencia a la información, Por ejemplo, Angular permite la incorporación de nuevos programadores, en caso de ser necesarios, ya que pueden continuar su trabajo sin excesiva dificultad. Por su programación reactiva, la vista se actualiza automáticamente tras realizar los cambios.

Como se mencionó anteriormente, Angular es un *framework* modular, lo que indica que todo lo hace a través de módulos, y estos a su vez, pueden contener componentes, servicios, pipes, directivas o archivo de rutas.

**Ilustración 19.** Infraestructura de un proyecto Angular

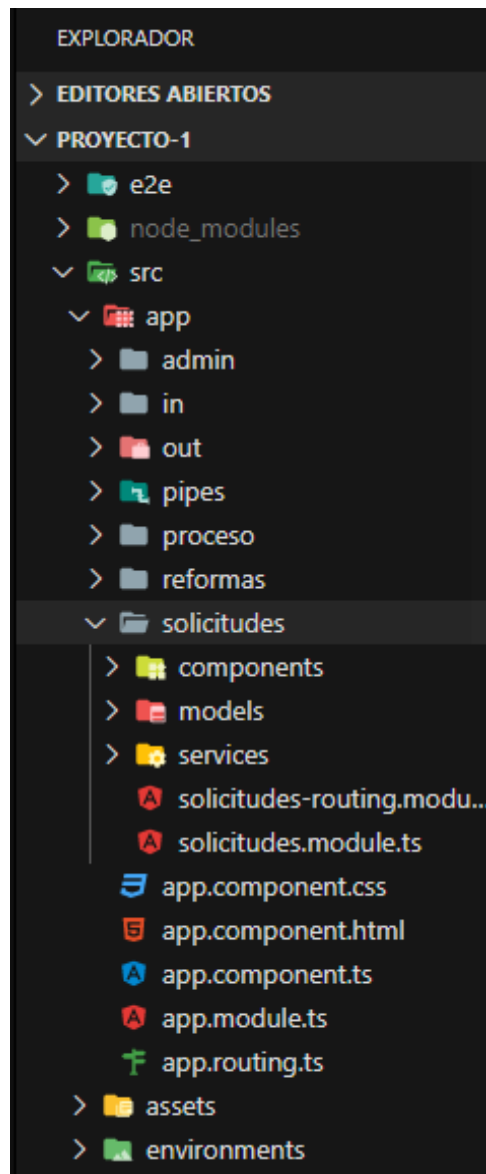


**Fuente:** Infraestructura de una aplicación Angular 5 – HTTP Masters

**Tomado de:** [httpmasters.es/2018/05/02/estructura-de-una-aplicacion-angular-5/](http://httpmasters.es/2018/05/02/estructura-de-una-aplicacion-angular-5/)

De esta manera la programación en Angular se hace de manera organizada, permitiendo un desarrollo más rápido y sostenible. A continuación, se presenta el esquema de organización de la aplicación en Angular.

**Ilustración 20.** Esquema de organización del desarrollo de la aplicación



**Fuente:** Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, Angular es modular, por lo cual, en el desarrollo del proyecto se crearon 6 módulos:

- **Admin:** En este módulo se encuentra todo lo relacionado al perfil administrador, es decir, los componentes, servicios y modelos que permiten que el usuario administrador pueda llevar a cabo los roles que le

corresponden. Entre estos componentes se encuentran aquellos que permiten ingresar nueva información a la base de datos, como es el componente “Unidades”, que permite agregar o actualizar unidades académico y/o administrativas, el componente “Perfiles” que permite ingresar o actualizar los diferentes perfiles de la aplicación.

- **In:** En este módulo se encuentran los componentes, modelos y guards<sup>24</sup> que comparten todos los usuarios al ingresar a la aplicación, por ejemplo, el componente “map” que es el componente que muestra el mapa con la edificación y es el componente que se muestra al momento de ingresar a la aplicación. Otros componentes que comparten todos los usuarios son los componentes “config” que consiste en mostrar la configuración de la cuenta de usuario, y el componente “perfil”, que presenta el perfil de usuario.
- **Out:** Este módulo almacena los componentes y servicios que comparten los usuarios que no han ingresado a la aplicación. Entre los componentes de este módulo se encuentran: los componentes que permiten el inicio de sesión, registro, contacto, recuperar contraseña, ver el proceso de infraestructura asociado al proyecto y preguntas frecuentes.
- **Proceso:** En este módulo se encuentran los componentes, modelos, servicios y guards para trabajar con el proceso de infraestructura. Aquí se definen los componentes que contienen cada una de las interfaces del proceso, los servicios que permiten la comunicación con Camunda y los modelos que facilitan el desarrollo del módulo. Además, en este módulo, se trabaja con Camunda como BPM para gestionar el proceso de infraestructura de remodelación y/o adecuación de espacios físicos y se accede a la

---

<sup>24</sup> Los guards son métodos que nos permiten acceder a ciertas rutas, dependiendo de la condición que nosotros queramos, también se podrían utilizar para evitar cargar modulos, etc.

información del proceso almacenado en Camunda mediante servicios que implementan el API REST<sup>25</sup> de Camunda.

- **Reformas:** Este módulo incluye los componentes, modelos y servicios para administrar las reformas; permitiendo visualizar las reformas realizadas en el campus y los detalles de cada una de ellas.
- **Solicitudes:** En este módulo están definidos los componentes, servicios y modelos que permiten la administración de las solicitudes; permitiendo visualizar las solicitudes y los detalles de cada una de ellas.

Además, es recomendable utilizar un patrón de diseño para mejorar el rendimiento de la aplicación. Debido a lo anterior, se implementa Lazy Loading como técnica de desarrollo. Esta técnica es muy usada en Angular y permite cargar sólo, el o los componentes que se necesitan al inicio de la aplicación, estos componentes no cargan en cada tiempo de ejecución, sino que solo carga una sola vez, haciendo que el rendimiento de la aplicación mejore y no tarde mucho tiempo en responder ante una petición.

## 5.2 MODELO DE DATOS

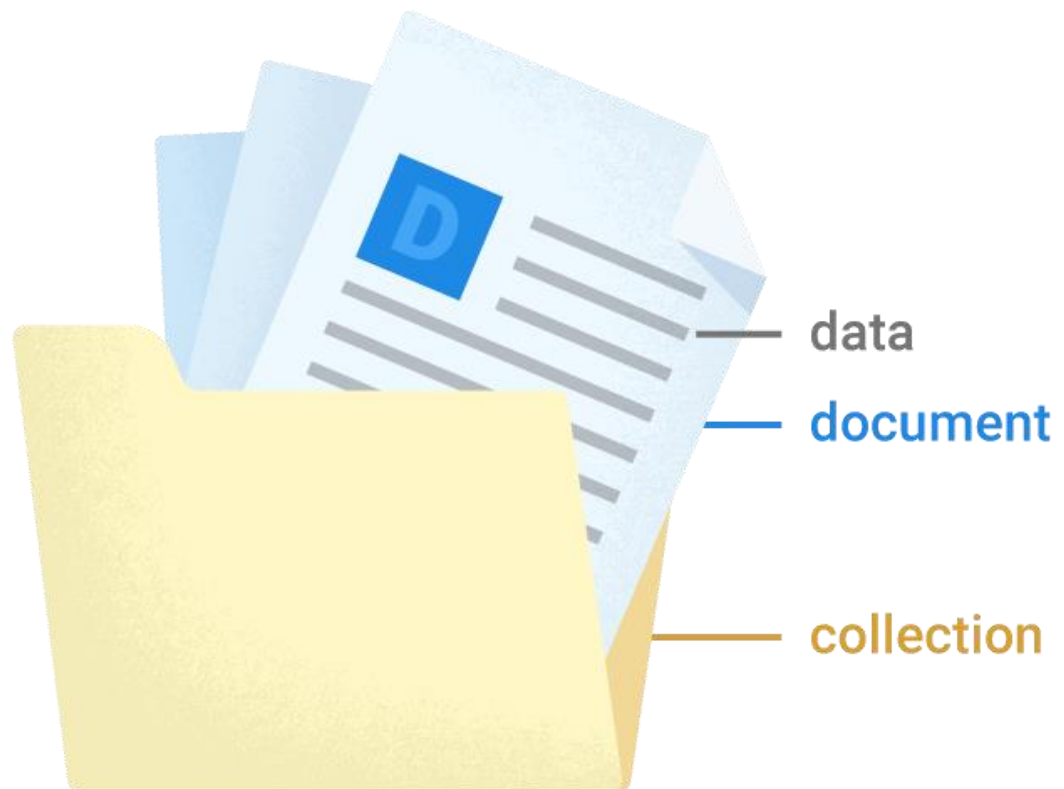
Como se mencionó anteriormente, en este proyecto se implementa el modelo en *Firebase* del lado del *backend*. Para el almacenamiento de datos se trabaja con *Cloud Firestore* que es una base de datos *NoSQL*, por lo tanto, es flexible y escalable y su implementación se da en servidores, dispositivos móviles y la Web desde *Firebase* y *Google Cloud Platform*. Además, una de las características principales de *Cloud Firestore*, es mantener los datos sincronizados entre aplicaciones cliente a través de agentes de escucha en tiempo real.

---

<sup>25</sup> Método que usa el HTTP para obtener datos o generar operaciones sobre esos datos en todos los formatos posibles, como XML y JSON.

*Cloud Firestore* al ser una base de datos no relacional indica una estructura distinta. En *Cloud Firestore* todo se estructura en colecciones y estas a su vez, contienen documentos. Además, las colecciones tienen un nombre mientras que los documentos tienen un identificador único. En la siguiente ilustración se presenta un ejemplo de la estructura de datos utilizada en *Cloud Firestore*.

**Ilustración 21.** Estructura de datos de *Cloud Firestore*



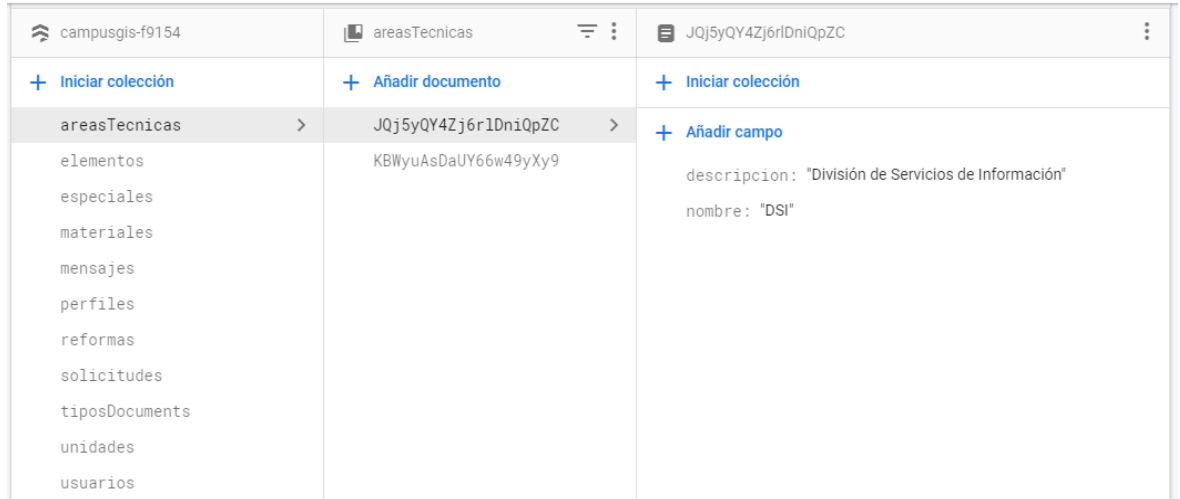
**Fuente:** Firebase

**Tomado de:** [firebase.google.com/docs/firestore/data-model?hl=es-419](https://firebase.google.com/docs/firestore/data-model?hl=es-419)

A partir de la ilustración anterior, se define la base de datos como un conjunto de colecciones que a su vez tienen un conjunto de documentos. La base de datos implementada en el proyecto contiene alrededor de 11 colecciones entre las que se encuentra la colección de usuarios, solicitudes, reformas, unidades, materiales,

mensajes y demás colecciones. A continuación, se presenta la base de datos con cada una de sus colecciones.

### Ilustración 22. Base de datos



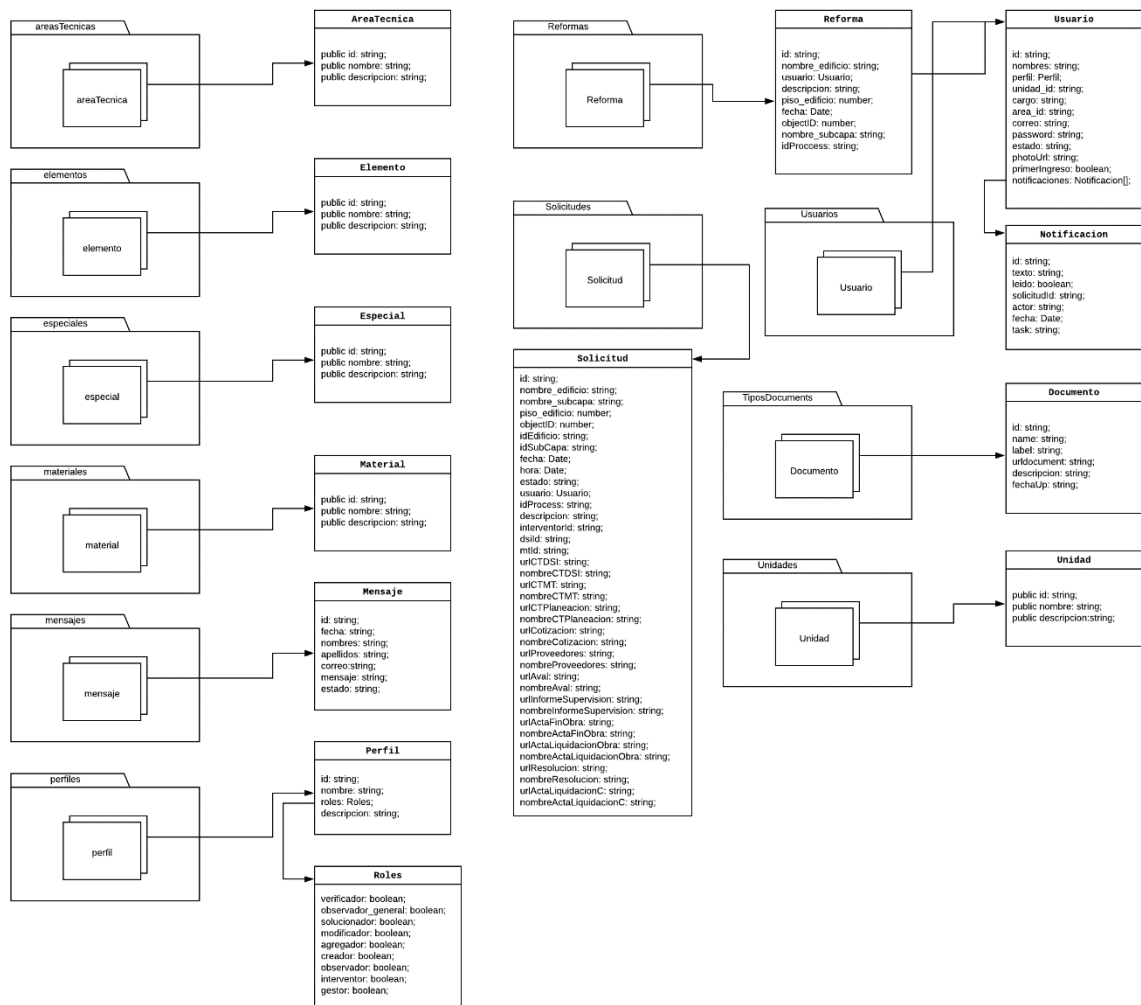
**Fuente:** Cloud Firestore

A continuación, se describen cada una de las colecciones que componen la base de datos:

- **areasTecnicas:** En esta colección se almacenan las áreas técnicas de la Universidad.
- **elementos:** Esta colección se usa para almacenar los elementos de protección que se utilizan para realizar una reforma. Estos son mencionados en el formulario de reforma desarrollado por el solicitante.
- **especiales:** Esta es una colección usada para contener todos los cortes especiales que se debe realizar al momento de hacer una reforma (corte de luz, corte de agua, etc). Estos son mencionados en el formulario de reforma desarrollado por el solicitante.
- **materiales:** En esta colección se almacenan los materiales a usar en una solicitud. Estos son mencionados en el formulario de reforma desarrollado por el solicitante.

- **mensajes:** En esta colección se almacenan los mensajes enviados por los usuarios al administrador.
- **perfiles:** Esta colección es usada para guardar todos los perfiles usados en la aplicación.
- **reformas:** En esta colección se almacenan todas las reformas del campus.
- **solicitudes:** En la colección “solicitudes” se almacenan todas las solicitudes realizadas por los usuarios.
- **tiposDocuments:** En esta colección se albergan los diferentes tipos de documentos a usar durante el proceso de adecuación y/o remodelación de espacios físicos.
- **unidades:** En esta colección se almacenan todas las unidades académico y/o administrativas presentes en el campus principal de la Universidad.
- **usuarios:** Dentro de la colección “usuarios” se encuentran almacenados todos los usuarios que se registren en la aplicación.

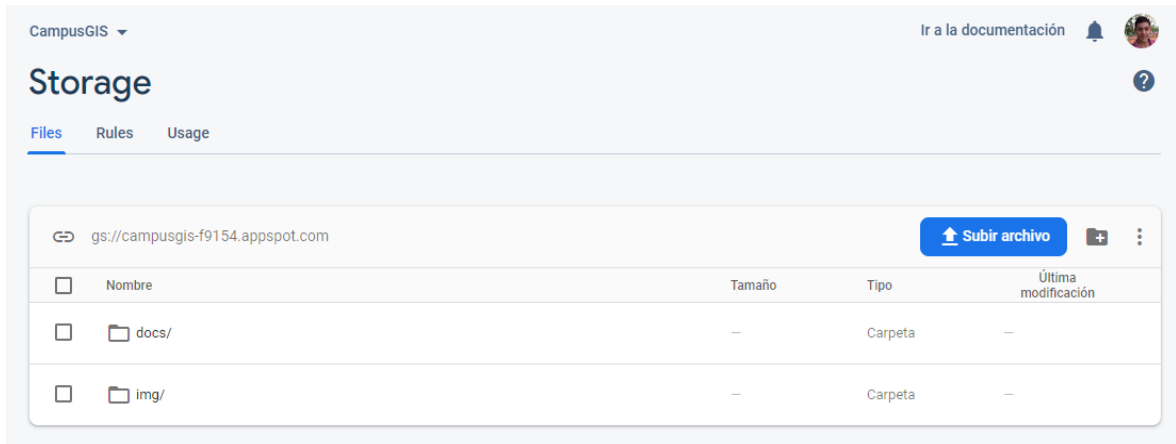
## Ilustración 23. Modelo de datos en Firebase



**Fuente:** Elaboración propia

Cabe resaltar que, además de la base de datos utilizada para almacenar toda la información de la aplicación, para la parte de almacenamiento de archivos se implementa Firebase Storage, que permite almacenar todos los archivos que se puedan generar al hacer uso de la aplicación. A su vez, en Firebase Storage se crearon dos carpetas: una para guardar todas las imágenes de perfil de los usuarios y otra para almacenar todos los documentos generados durante el desarrollo de una remodelación.

## Ilustración 24. Carpetas de Firebase Storage

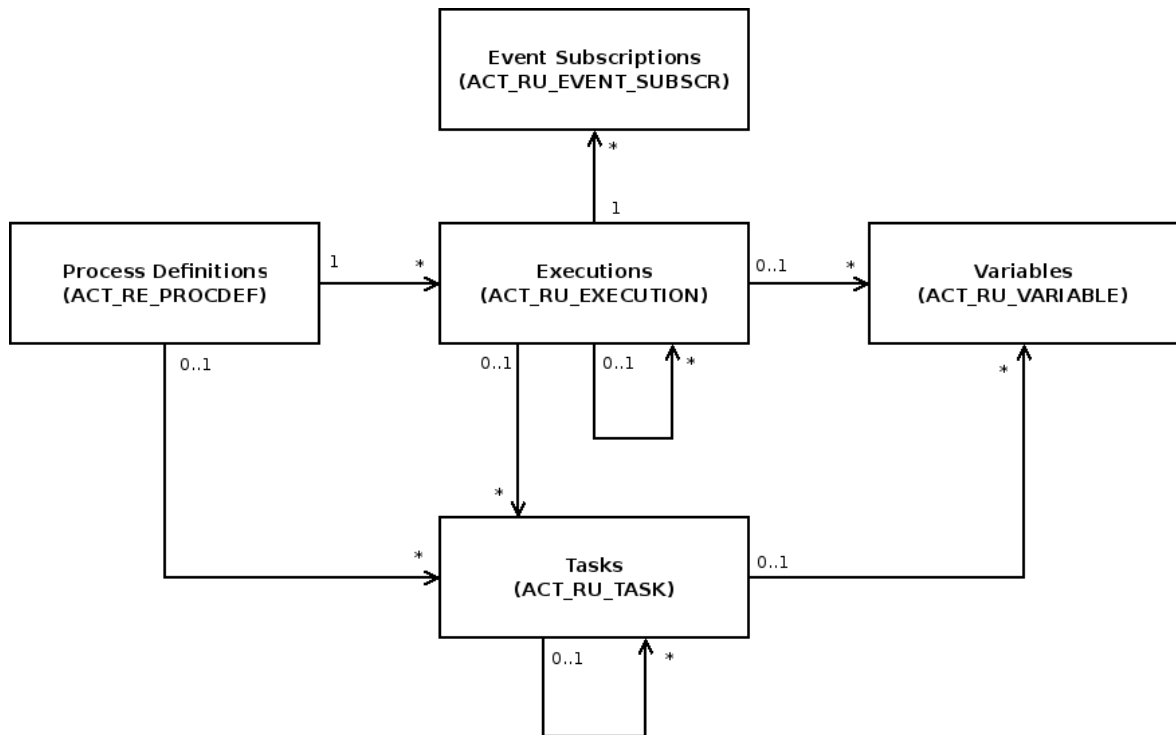


**Fuente:** Cloud Firestorage

**Tomado de:** Cloud Firestore de la propia aplicación.

**5.2.1 Modelo de datos de Camunda.** Una parte principal de la aplicación desarrollada es el gestor del proceso; Camunda en este caso. Debido a esto, a continuación, se menciona el modelo de datos que implementa Camunda para entender su funcionamiento.

**Ilustración 25.** Modelo Entidad Relación de Camunda



**Fuente:** Camunda

**Tomado de:** [docs.camunda.org/manual/7.5/user-guide/process-engine/database/](https://docs.camunda.org/manual/7.5/user-guide/process-engine/database/)

El anterior diagrama detalla como son las relaciones entre las diferentes entidades que contiene la gestión del proceso. Las relaciones más importantes son las relaciones del proceso (Process Definitions), tareas (Tasks) y Variables. Como describe la ilustración, un proceso puede contener muchas o ninguna tarea, y estas a su vez, pueden tener muchas variables.



## 6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

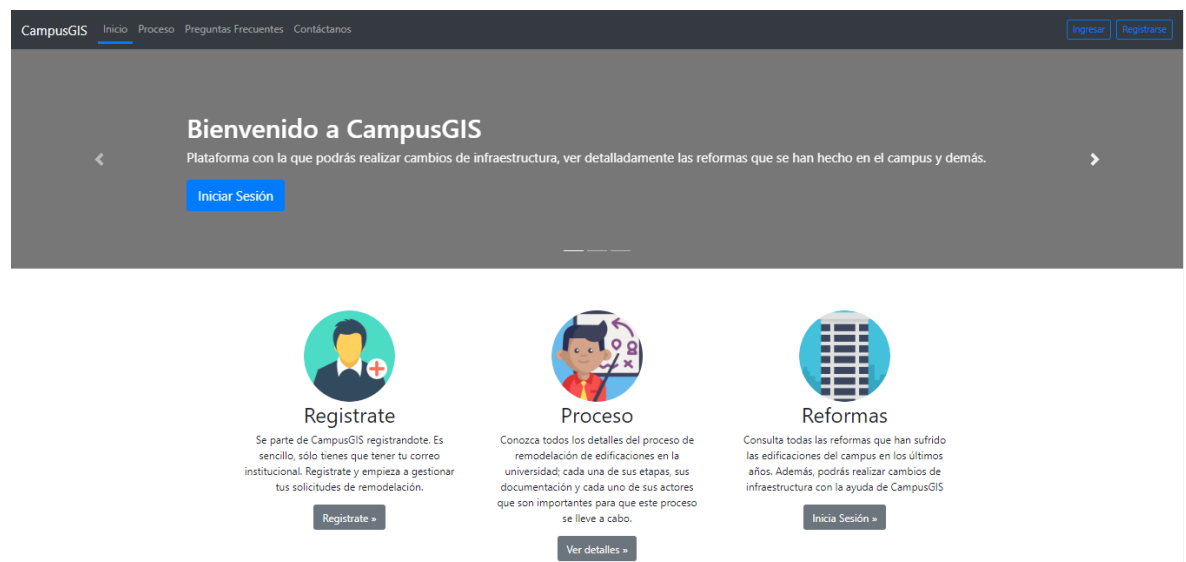
Este capítulo presenta una descripción detallada acerca de la aplicación, dando a conocer las interfaces finales, las diferentes características y funcionalidades mediante el manual de usuario y, por último, se expone el plan de continuidad de la herramienta desarrollada.

### 6.1 INTERFACES FINALES

A continuación, se describen las interfaces finales de la aplicación y las funciones que cumplen.

**6.1.1 Página inicial.** Esta es la página principal del sitio web, cuando se ingresa a la aplicación.

**Ilustración 27.** Página inicial



**Fuente:** Aplicación desarrollada

**6.1.2 Proceso.** En esta página se describe en detalle el proceso de adecuación y/o remodelación de espacios físicos; presentando el diagrama de flujo que sigue el proceso, los actores y la documentación del proceso.

## Ilustración 28. Página del proceso

CampusGIS [Inicio](#) [Proceso](#) [Preguntas Frecuentes](#) [Contáctanos](#)

# Adecuación y/o remodelación de espacios físicos

Proceso de la Universidad Industrial de Santander a cargo de la División de Planta Física que tiene como objeto mantener la Planta Física de la Universidad en condiciones ambientales y de seguridad que permitan el correcto desarrollo de las actividades académicas, de investigación, de extensión y administrativas.

### Flujo

El siguiente diagrama muestra el flujo que sigue el proceso de adecuación y/o remodelación de espacios físicos, los actores que intervienen y sus distintas acciones.

Proceso de remodelación y/o adecuación de espacios  
Carla Gomez | August 10, 2018

**Importante**

Es importante mencionar que el proceso de adecuación y/o remodelación de espacios físicos *está sujeto a cambios* dependiendo de la administración. Es por esto que puede que en un futuro este proceso se lleve de forma distinta.

**Documentación**


Los siguientes documentos son los más

**Fuente:** Aplicación desarrollada

**6.1.3 Contacto.** Está página permite a cualquier tipo de usuario contactarse con el administrador mediante un formulario.

## Ilustración 29. Página de contacto

CampusGIS Inicio Proceso Preguntas Frecuentes Contáctanos Ingresar Registrarse

  
**Contáctanos**  
Para nosotros es un gusto saber de ti.

Nombres:

Apellidos:

Correo:

Comentario:

Enviar

© 2020 Copyright: Carlos Gómez

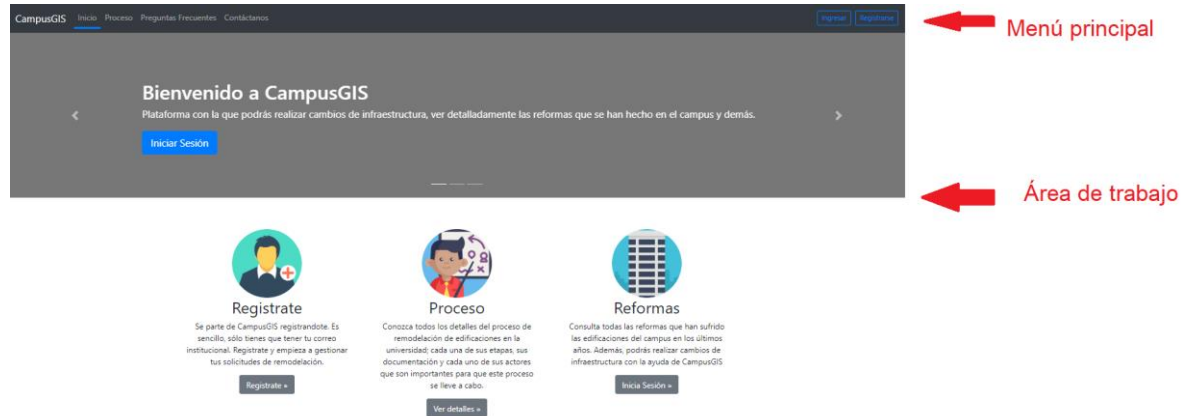
**Fuente:** Aplicación desarrollada

### 6.2 MANUAL DE USUARIO

En esta sección, se presenta un conjunto de técnicas para asistir a los usuarios de la aplicación en cuanto al uso eficiente y adecuado.

**6.2.1 Distribución.** La aplicación cuenta con una distribución con la que es fácil trabajar. La distribución está conformada por dos partes: El menú de la aplicación y el espacio de trabajo.

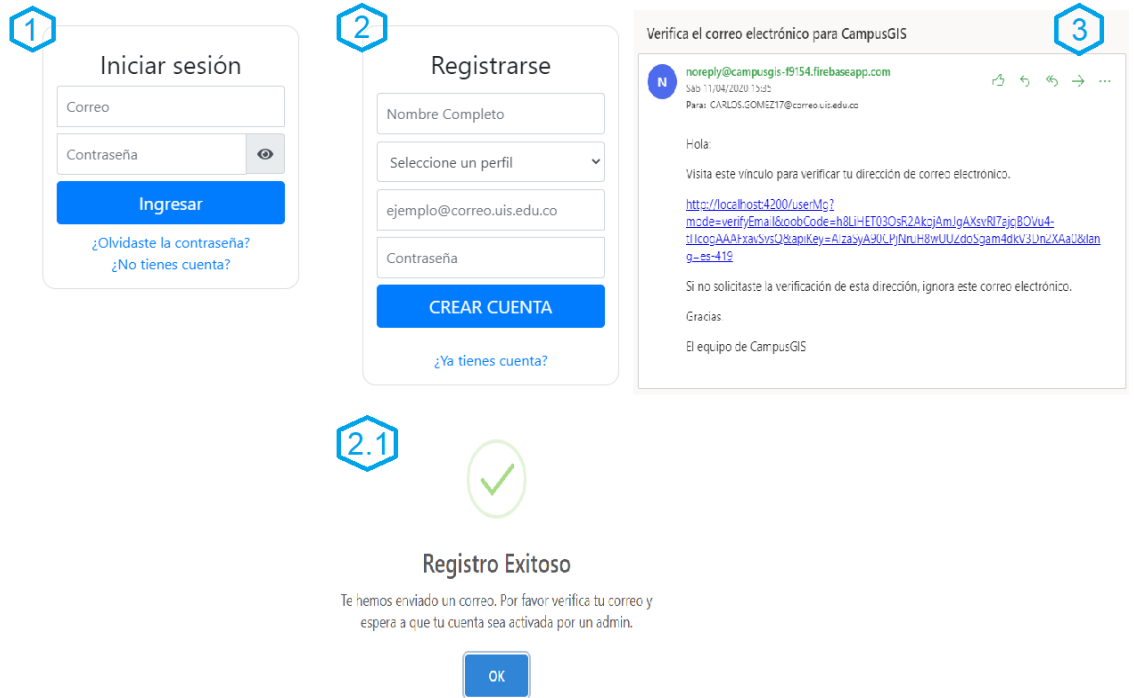
### Ilustración 30. Distribución



Fuente: Aplicación desarrollada

**6.2.2 Ingreso, registro y validación.** A continuación, se presentan el paso a paso para el ingreso, registro y validación.

### Ilustración 31. Ingreso, registro y validación



Fuente: Aplicación desarrollada

1. En caso de que el usuario se encuentre registrado en la aplicación, podrá ingresar mediante un formulario de ingreso.
2. En caso de que el usuario no se encuentre registrado, podrá registrarse mediante un formulario de registro. Por otro lado, es importante mencionar que cualquier tipo de usuario podrá registrarse en la aplicación.
  - 2.1. Una vez el usuario haya llenado correctamente el formulario de registro, se presenta un mensaje notificándole que debe ingresar al correo para validarlo.
3. Se envía un correo de validación al correo institucional del nuevo usuario. Aquí el usuario debe dar clic en el enlace del correo para que sea redirigido a la aplicación y su correo sea verificado. Después, el usuario queda a la espera de ser activado por el administrador de la aplicación.

**6.2.3 Credenciales para ingreso al mapa.** Una vez el usuario validó su correo y fue habilitado por el administrador para ingresar a la aplicación, al momento de ingresar a la aplicación, se encontrará con el componente del mapa, que se le muestra una serie de mensajes de bienvenida y demás información relevante para el usuario; como son, las credenciales para ingresar al mapa.

### Ilustración 32. Bienvenida de la aplicación



**Fuente:** Aplicación desarrollada

Los anteriores mensajes de bienvenida únicamente se muestran cuando se ingresa por primera vez a la aplicación. Por lo tanto, se debe tomar nota de las credenciales, porque son de utilidad al momento de ingresar al modelo tridimensional. Por otro lado, si olvida las credenciales de acceso al mapa, podrá verlas en el apartado de configuración de la cuenta, en el ítem “Credenciales”.

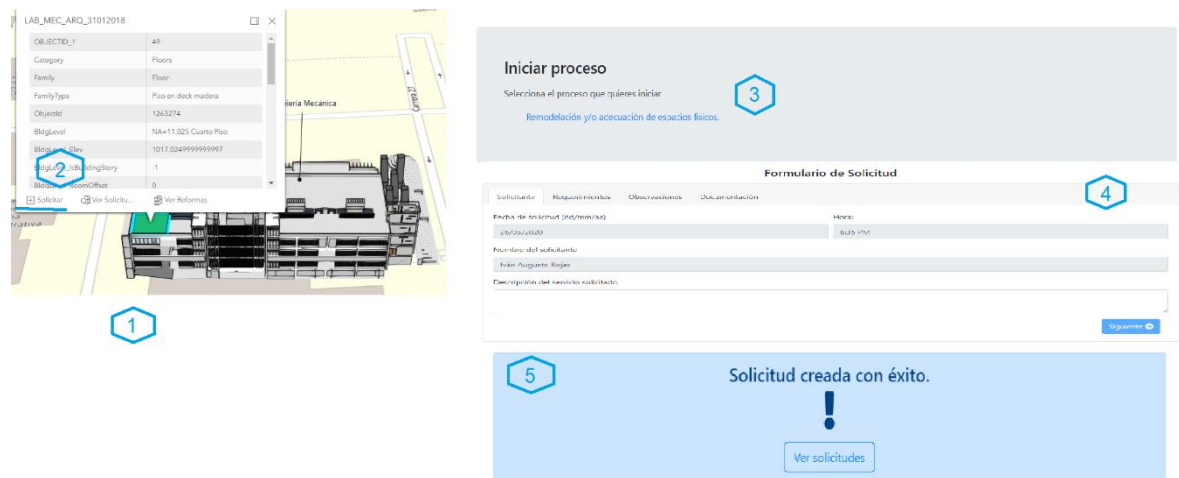
### Ilustración 33. Credenciales para ingreso al mapa



**Fuente:** Aplicación desarrollada

**6.2.4 Solicitud de remodelación y/o adecuación de espacios físicos.** La siguiente ilustración muestra el paso a paso para realizar una solicitud de remodelación y/o adecuación.

**Ilustración 34.** Solicitud paso a paso



**Fuente:** Aplicación desarrollada

1. Después de ingresar al mapa, se debe seleccionar el elemento de la edificación que corresponda al espacio al cual se va a remodelar o adecuar.
2. Una vez seleccionado el elemento, aparece una ventana emergente, en donde se debe seleccionar de la parte inferior izquierda, el botón “Solicitar”.
3. Se debe seleccionar el proceso de remodelación y/o adecuación de espacios físicos.
4. Después, se debe diligenciar un formulario con los datos de la solicitud.
5. Finalmente, después de llenar el formulario de solicitud adecuadamente y oprimir el botón de enviar, se muestra un mensaje que notifica que la solicitud fue creada satisfactoriamente.

**6.2.5 Ver proceso de la solicitud.** El proceso de solicitud hace referencia a las diferentes tareas o etapas asociadas a la solicitud. En la siguiente ilustración se describe el paso a paso a seguir para ver el proceso de la solicitud.

**Ilustración 35.** Ver proceso de la solicitud

The screenshot shows the 'Solicitudes' (Requests) section of the CampusGIS application. It is divided into three main parts:

- 1. List of Requests:** A list of three requests for 'Ingeniería Mecánica' (Mechanical Engineering) by 'Iván Augusto Rojas'. Each entry includes a date (09/05/2020 or 10/05/2020), a 'La imagen' button, and a 'Ver más...' button. A blue arrow points to the 'Ver más...' button of the first request.
- 2. Detailed View:** A detailed view of a request. It shows the applicant's name ('Iván Augusto Rojas') and a description ('c'). Below this is a table with the following data:
 

Edificio	Piso	Capa	ObjetoID	Fecha	Hora	Estado
Ingeniería Mecánica	5	Floors	49	09/05/2020	9:52 PM	En trámite

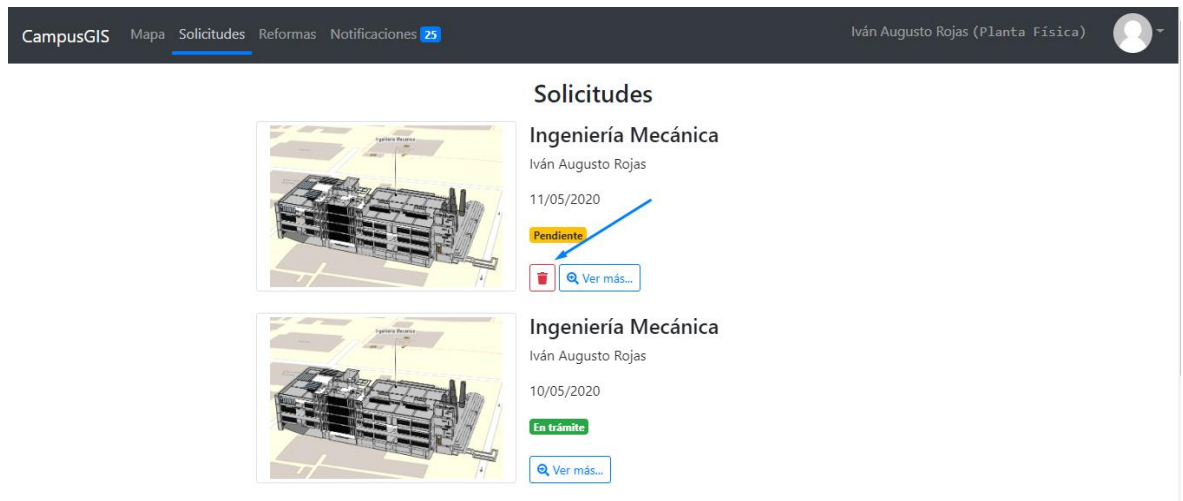
 At the bottom of this view is a 'Ver proceso' button. A blue arrow points to this button.
- 3. Proceso (Process):** A section titled 'Proceso' explaining that the process is divided into tasks. It lists:
  - Formulario de solicitud** (Request form)
  - Tareas pendientes** (Pending tasks): 'Solicitar Conceptos Técnicos' (Request Technical Concepts) with a 'Plantilla lista' button.
  - Tareas completadas** (Completed tasks): 'Revisar la solicitud' (Review the request) and 'Aprobar Datos' (Approve Data), both with a timestamp of '09/05/2020 9:53 PM'.

**Fuente:** Aplicación desarrollada

1. Se debe ingresar al componente de las solicitudes seleccionando “Solicitudes” del menú de la aplicación. Posteriormente, ver los detalles de la solicitud interesada seleccionando el botón “Ver más” de la solicitud.
2. Una vez estando en los detalles de la solicitud, se selecciona el botón “Ver proceso” ubicado en la parte inferior.
3. Se muestra información del proceso que influye: formulario de la solicitud, tareas pendientes por realizar y tareas completadas. De esta manera, el usuario puede entrar y ver la tarea en que se encuentra la solicitud.

**6.2.6 Eliminar solicitud.** En muchas ocasiones puede ocurrir que se realice una solicitud y por algún motivo se desee eliminarla. Por esto, a continuación, se describe el proceso para eliminar una solicitud realizada.

### Ilustración 36. Eliminar solicitud



**Fuente:** Aplicación desarrollada

Se debe ingresar al componente de las solicitudes seleccionando “Solicitudes” del menú de la aplicación para observar todas las solicitudes. Luego, se selecciona el botón de eliminar de la solicitud que se desea eliminar. Es importante mencionar que, dicho botón sólo aparece para aquellas solicitudes que están pendientes y que fueron realizadas por el usuario.

**6.2.7 Intervenir en el proceso de la solicitud.** Para intervenir en el proceso de la solicitud se deben de cumplir dos requisitos:

- Estar en el componente de los detalles del proceso. Si no sabe cómo entrar a ver los detalles del proceso diríjase al apartado 6.2.5 Ver proceso de la solicitud.

- Entrar a una tarea pendiente que le fue asignada. Cada una de las tareas pendientes tiene en la parte derecha el perfil o el usuario que debe completar la tarea.

### Ilustración 37. Responsable de una tarea

#### Proceso

El proceso esta dividido en tareas y cada una de ellas debe ser realizadas por un actor específico.  
Por favor, seleccione una tarea.

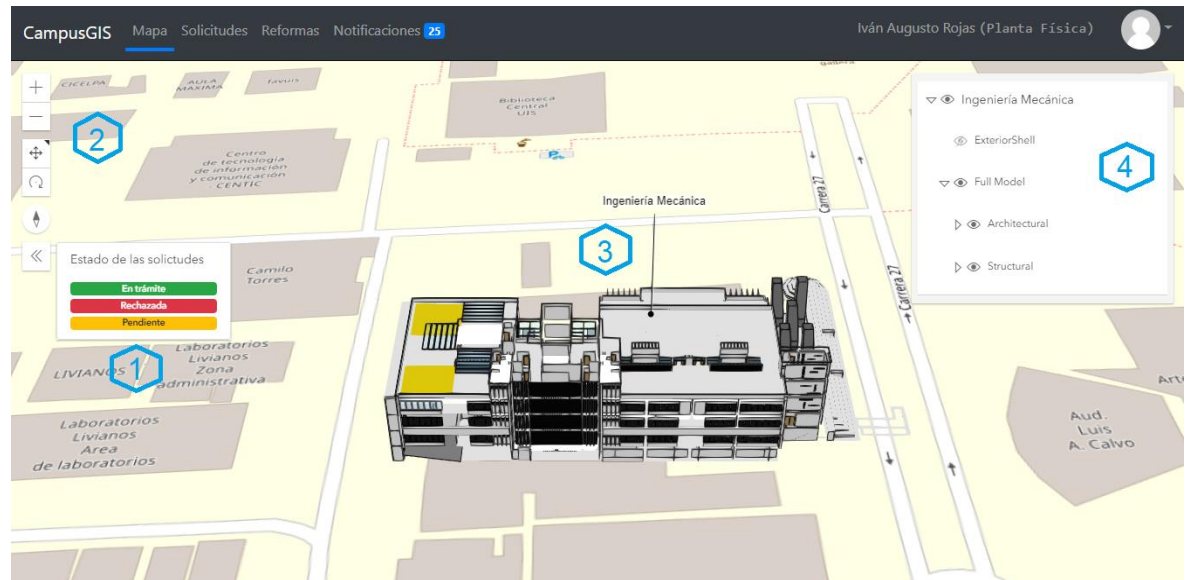
The screenshot displays a task management interface. At the top, a green bar contains the text 'Formulario de solicitud'. Below this, a section titled 'Tareas pendientes' (Pending Tasks) features a blue bar with the text 'Solicitar Conceptos Técnicos'. On the right side of this bar, there is a blue button labeled 'Planta Física', with a blue arrow pointing to it from the right. Underneath, a section titled 'Tareas completadas' (Completed Tasks) shows two grey bars. The first bar contains 'Revisar la solicitud' and a timestamp '5/10/20, 10:49 AM'. The second bar contains 'Aprobar Datos' and a timestamp '5/10/20, 10:50 AM'.

**Fuente:** Aplicación desarrollada

Una vez se cumplen con los requisitos anteriores, se pueden completar la tarea realizando las actividades correspondientes de la tarea.

**6.2.8 Módulo BIM-GIS.** El módulo BIM-GIS es el componente de la aplicación en donde se encuentra el modelo tridimensional de la edificación integrado con el sistema de información geográfica. A continuación, se presentan los diferentes controles o medios de manipulación para trabajar con el modelo y el SIG.

## Ilustración 38. Módulo BIM-GIS



**Fuente:** Aplicación desarrollada

1. Información de estado de las solicitudes: Este es un elemento informativo y se presenta para informar a los usuarios sobre en qué estado se encuentra la solicitud asociada a los elementos de la edificación.
2. Controles del mapa: Estos son controles para manipular el mapa; se usan para alejar o acercar el mapa, alternar desplazamiento panorámico y rotación en 3D.
3. Edificación: Este es el modelo de la edificación y tiene asociado el nombre en la parte superior. Además, tiene los diferentes elementos como puertas, pisos, escaleras, ventanas, etcétera. Algunos de los elementos están en un color distintivo, para indicar el estado de una solicitud.
4. Capas de la edificación: Es una lista con todas las capas del edificio. Estas capas pueden activarse o desactivarse según el interés del usuario.

### 6.3 PLAN DE CONTINUIDAD

El plan de continuidad tiene como objetivo definir los requerimientos no desarrollados o características no implementadas en el proyecto y recomendar como debe ser desarrolladas, a nivel de desarrollo, en un futuro.

**Cuadro 61.** Requerimientos no implementados

Código	Descripción	Prioridad
RF-01-18	Filtrar usuarios	3
RF-01-19	Filtrar solicitudes	3
RF-01-20	Filtrar reformas	3

**Fuente:** Elaboración propia

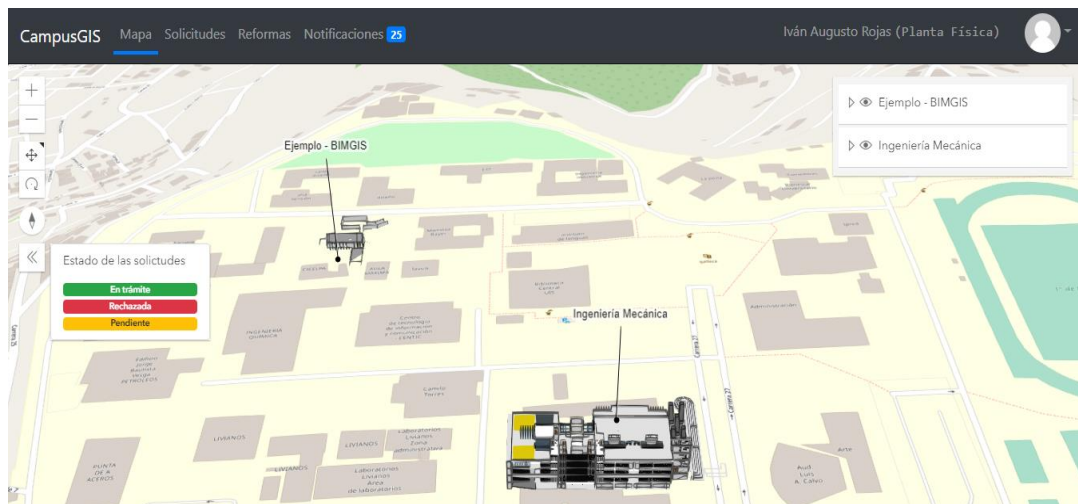
La mayoría de los requerimientos de la aplicación fueron desarrollados. A continuación, se dan a conocer las recomendaciones a seguir para desarrollar los requerimientos no implementados:

- Para la implementación de los filtros se recomienda trabajar con un grupo de botones tipo radio de Bootstrap. Además, se debe crear un método para que filtre los usuarios, solicitudes o reformas según corresponda. Este método se debe implementar haciendo uso del pipe filter de rxjs y de los métodos “get” de los servicios ya implementados en el proyecto, por ejemplo; getUsers, que es un método del servicio usuarioService que tiene como propósito obtener todos los usuarios registrados en la base de datos. Después, a medida que los botones tipo radio vayan cambiando su valor, se debe ir llamando los métodos correspondientes para hacer el filtro. Para más información, consulte el manual de desarrollador en la sección de Anexos.

Además de los requerimientos expresados para el desarrollo de la aplicación, se sugieren otros requerimientos para mejorar la experiencia de usuario e incorporar funcionalidades que faciliten el uso de la aplicación. Entre los requerimientos sugeridos se encuentran:

- Buscador de edificaciones: La aplicación está desarrollada con una única edificación, pero eso no indica que no se puedan ir agregando más edificaciones a la Web Scene. La aplicación está desarrollada para que se puedan ir agregando más edificios y también se pueda implementar el proceso de adecuación y/o remodelación de espacios físicos para esas nuevas edificaciones. A continuación, se presenta un ejemplo donde se incluyó otra edificación.

### Ilustración 39. Más de un edificio en la Web Scene



**Fuente:** Aplicación desarrollada

A medida que se van incluyendo más edificaciones a la Web Scene puede ser más complicado encontrar una de ellas, es por esto por lo que se plantea agregar un buscador de edificaciones dentro del componente. Este buscador puede ser agregado usando la API de ArcGIS para Javascript, implementándolo como un Widget.

- Imágenes dinámicas de la edificación: Actualmente la aplicación está desarrollada para una sola edificación, es por esto, que las solicitudes de remodelación y/o adecuación tiene asociado, una imagen de la edificación

que es agregada de manera estática. A medida que se agreguen más edificaciones, es necesario que cada solicitud tenga asociada la imagen de la edificación a la cual corresponde. Para agregar de manera dinámica las imágenes se plantea agregar una imagen de la nueva edificación a la carpeta assets/img con el nombre de la nueva edificación. Una vez se cree la solicitud, se agrega de manera dinámica la imagen dependiendo el nombre del edificio a la cual está asociada la solicitud.

- Filtrar por pisos: En muchas ocasiones puede que el filtro por capas que tienen las edificaciones no sea suficiente y se necesite filtrar por piso los elementos a mostrar del edificio. Por lo anterior, se plantea implementar un filtro por piso que ayude al usuario a acceder de manera más fácil a un elemento deseado de la edificación. Este nuevo filtro se puede implementar utilizando la API de ArcGIS para Javascript haciendo uso del método BuildingFilter().
- Implementar un sistema de notificaciones por correo: El sistema actual incluye un sistema de notificaciones para las solicitudes interno en la aplicación. Este sistema funciona y notifica a los usuarios dentro de la aplicación, una vez los usuarios estén fuera de la aplicación no podrán enterarse de los cambios dentro de la herramienta. Por lo anterior, se plantea implementar un sistema de notificaciones por correo que permita que los usuarios se enteren a través de su correo institucional de los cambios en las solicitudes. Para desarrollar este sistema se propone hacer uso de las Cloud Functions de Firebase que permiten que las funciones se ejecuten en la nube.

## 7 PRUEBAS

Las pruebas de software conforman un elemento principal para garantizar la calidad y el propósito de verificar el buen funcionamiento de la aplicación, con el fin de prevenir y resolver los errores, defectos o fallas que se puedan presentar, y asegurar la funcionalidad esperada y la disminución de errores.

### 7.1 PLAN DE PRUEBAS

Las pruebas llevadas a cabo tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Errores en las funcionalidades definidas
- Errores en la interfaz
- Errores de validación

Y estos serán verificadas por medio de los siguientes tipos de pruebas:

- Pruebas de requerimientos
- Pruebas de funcionalidad
- Pruebas de compatibilidad

Para el resultado de las pruebas es indispensable realizar el reporte de los errores encontrados en el visor de mapas para la respectiva corrección.

**7.1.1 Pruebas de requerimientos.** Las pruebas de requerimientos se realizan de acuerdo con la especificación del visor de mapas para determinar el cumplimiento por medio de los requerimientos definidos. Se debe tener las pruebas del visor de mapa y la prueba de interfaz para revisar los siguientes aspectos:

- Facilidad de navegación
- Estética del visor
- Ortografía

**7.1.2 Pruebas de funcionalidad.** Las pruebas funcionales tienen como objetivo validar el comportamiento observado del software verificando si cumple o no con las especificaciones. Para probar el visor de mapas se debe ejecutar todos los caminos posibles del programa a probar y, el tiempo requerido para hacer esto.

Los criterios para realizar las pruebas son:

- Validación de formularios
- Elementos de interfaz
- Botones de interacción

**7.1.3 Pruebas de compatibilidad.** Las pruebas de compatibilidad buscan verificar la compatibilidad del sistema desarrollado con los principales navegadores web:

- Internet Explorer
- Mozilla Firefox
- Google Chrome

## 7.2 RESULTADOS

### 7.2.1 Prueba de requerimientos.

**Cuadro 62.** Resultado de prueba de interfaz

<b>FECHA DE EJECUCIÓN:</b>	31/05/2020	
<b>ASPECTO A EVALUAR</b>	<b>RESULTADO PRUEBAS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Estética y redacción de textos.	✓	Se tuvieron en cuenta fallas ortográficas.
Interfaz adaptable a los cambios de tamaño de pantalla (responsive).	✓	La aplicación presenta interfaces responsive.
Facilidad de navegación	✓	La aplicación permite al usuario acceder de

		forma intuitiva a la plataforma.
Iconos acordes a la funcionalidad	✓	Se utilizaron íconos acordes para facilidad de acceso.

**Fuente:** Elaboración propia

### 7.2.2 Prueba de funcionalidad.

**Cuadro 63.** Resultados prueba de funcionalidad

<b>FECHA DE EJECUCIÓN:</b>	01/06/2020	
<b>FUNCIONALIDAD</b>	<b>RESULTADO DE PRUEBA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Administrar solicitudes	✓	Cumple
Validaciones correctamente al iniciar sesión.	✓	Cumple
Ver solicitudes	✓	Cumple
Ver detalles solicitudes	✓	Cumple
Avalar solicitudes	✓	Cumple
Estado de las solicitudes	✓	Cumple
Ver reformas	✓	Cumple
Ver detalles reformas	✓	Cumple
Notificar cambio de estado en las solicitudes.	✓	Cumple
Notificar nueva solicitud	✓	Cumple
Notificar progreso	✓	Cumple
Gestión de usuarios	✓	Cumple
Subir archivos	✓	Cumple
Intervenir en el proceso	✓	Cumple
Registro e inicio de sesión de usuarios	✓	Cumple

Edificación en SIG	✓	Cumple
Filtrar información de la edificación	✓	Cumple
Identificar edificación	✓	Cumple
Clasificador temático	✓	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

### 7.2.3 Prueba de compatibilidad.

A continuación, se muestran los resultados de las pruebas de compatibilidad de la aplicación con los diferentes navegadores.

**Cuadro 64.** Resultados prueba de compatibilidad

FECHA DE EJECUCIÓN	01/06/2020		
NAVEGADOR WEB	CRITERIOS	RESULTADO PRUEBA	OBSERVACIONES
<b>MOZILLA FIREFOX</b>	Iniciar sesión	✓	Al ingresar al módulo de visualización espacial ocurre una advertencia con el WebGL y no permite visualizar de manera óptima la información de la edificación; la solución para esta advertencia en
	Visualiza solicitudes disponibles	✓	
	Permite tramitar solicitudes	✓	
	Visualiza reformas disponibles	✓	
	Registrarse	✓	
	Ingresa al módulo de visualización espacial	✓	
	Modifica atributos del módulo espacial	✓	

	Interactuar en el proceso de una solicitud	✓	realidad hace que el código sea mucho más lento y use mucha más memoria.
<b>GOOGLE CHROME</b>	Iniciar sesión	✓	Se cumplen cada uno de los criterios sin ningún tipo de inconveniente.
	Visualiza solicitudes disponibles	✓	
	Permite tramitar solicitudes	✓	
	Visualiza reformas disponibles	✓	
	Registrarse	✓	
	Ingresa al módulo de visualización espacial	✓	
	Modifica atributos del módulo espacial	✓	
	Interactuar en el proceso de una solicitud	✓	
<b>INTERNET EXPLORER</b>	Iniciar sesión	✓	Se cumplen cada uno de los criterios sin ningún tipo de inconveniente.
	Visualiza solicitudes disponibles	✓	
	Permite tramitar solicitudes	✓	
	Visualiza reformas disponibles	✓	
	Registrarse	✓	

	Ingresar al módulo de visualización espacial	✓	
	Modificar atributos del módulo espacial	✓	
	Interactuar en el proceso de una solicitud	✓	

**Fuente:** Elaboración propia

### 7.3 CUADRO DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.

En la siguiente Cuadro se presenta cada uno de los objetivos establecidos para el desarrollo del proyecto y el porcentaje de cumplimiento de cada uno.

**Cuadro 65.** Cumplimiento de objetivos

OBJETIVO	CUMPLIMIENTO	RESULTADO RELACIONADO
Diseñar las interfaces de usuario de la aplicación web para el “proceso de gestión de infraestructura de edificaciones” y el modelo de datos espacial.	100%	4.3.4 Diseño de las interfaces de usuario. Anexo A.
Desarrollar la aplicación web para el “proceso de gestión de infraestructura de edificaciones”.	100%	4.3. Requerimientos cumplidos en el proyecto. 6.1. Interfaces finales. Anexo B. Manual del desarrollador.

Realizar el plan de pruebas de la aplicación web.	100%	7.1. Plan de pruebas
---	------	----------------------

## 8 CONCLUSIONES

- Al enfrentarse al desarrollo de un proyecto complejo, es muy importante contar con un marco de trabajo, en el caso de este proyecto el *framework* Angular, que permite un desarrollo robusto, bien estructurado y fácil desarrollo de los componentes de la aplicación.
- Al manejar un proceso dentro de la aplicación, es indispensable contar con una herramienta que gestione el proceso y haga más sencillo su implementación, en el caso de este proyecto Camunda, que se encarga de dar soporte a todo nuestro proceso de infraestructura.
- Al realizar un proyecto dentro de un grupo de investigación, se facilita el acceso a la información del tema de interés, lo que hace más sencillo el levantamiento de requerimientos.
- Se cumplieron la mayoría de los requerimientos de la aplicación y se plantea un plan de continuidad con los requerimientos no implementados.
- Es importante contar con personal profesional con un alto conocimiento en la temática y herramientas tecnológicas. En el caso particular, el grupo de investigación aportó conocimientos por medio de los profesionales y herramientas tecnológicas que permitieron desarrollar el proyecto de forma más eficiente.
- Reunirse con los diferentes actores del proceso de infraestructura permitió mejorar la recolección de requerimientos y el entendimiento del proceso.

## 9 RECOMENDACIONES

- Al desarrollar aplicaciones complejas, en muchas ocasiones y dependiendo de los requisitos de las aplicaciones, es necesario usar un framework, metodologías ágiles y manejo de herramientas de control de versiones, que facilitan el desarrollo, es por esto, que se recomienda a la Escuela de Ingeniería Sistemas abordar líneas que permitan el uso de este tipo de herramientas para lograr un mejor desarrollo y experiencia profesional por parte del estudiante.
- Para dar continuidad a este proyecto, se recomienda seguir las indicaciones del plan de continuidad establecido en la sección 6.3. que abordan los temas de interés para una futura continuidad del proyecto.
- La aplicación está realizada con una sola edificación dentro de la Web Scene, para agregar más edificaciones se debe seguir el proceso de integración descrito en la sección 1.3. e ir agregando las edificaciones a la misma Web Scene de ArcGIS *Online*.
- En cuanto al proceso de infraestructura gestionado por Camunda, se recomienda que, si en un futuro resulta algún cambio en el flujo del proceso, se haga uso de la herramienta Camunda Modeler, para realizar dicho cambio. Por el contrario, si el cambio es a nivel lógico de una tarea, se haga uso de Angular para adecuar la tarea.

## BIBLIOGRAFÍA

CICLO DE VIDA DE LA EDIFICACIÓN. [En línea]. [Consulta: 13 de enero de 2020]  
Disponible en: <https://es.scribd.com/document/77901488/CICLO-DE-VIDA-DE-LA-EDIFICACION>

“Cloud Firestore | Firebase” [En línea]. Disponible: <https://firebase.google.com/>.  
[Recuperado: 18-May-2020]

Definición de edificio. [En línea]. [Consulta: 07 de octubre de 2018] Disponible en:  
<https://conceptodefinicion.de/edificio/>

Expectativas de la gestión de edificios en EEUU. [En línea]. [Consulta: 10 de octubre de 2018]. Disponible en: [http://www.eren.doe.gov/buildings/research\\_systems.html](http://www.eren.doe.gov/buildings/research_systems.html)

IMPLEMENTACIÓN BIM EN LA ETAPA DE DISEÑO. [En línea]. [Consulta: 15 de octubre de 2018] Disponible en: <https://www.equipu.pe/dinamic/publicacion/adjunto/1488493364BI0k6IIHao.pdf>

Infraestructura Física de la Universidad Industrial de Santander. [En línea] [Consulta: 20 de enero de 2020] Disponible en:  
<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/infraestructuraFisica.html>

Introducción a SIG | ArcGIS Resource Center. [En línea] [Consulta: 13 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles>.

METODOLOGÍA SCRUM. [En línea] [Consulta: 20 de octubre de 2018] Disponible en: <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodologia-scrum>

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BUCARAMANGA SEGUNDA GENERACIÓN. [En línea] [Consulta: 10 de febrero de 2020]. Disponible en: <http://www.concejodebucaramanga.gov.co/pot-2012-2027/tomo02.pdf>.

PLANEACIÓN: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. [En línea] [Consulta: 20 de octubre de 2018] Disponible en: <https://www.uis.edu.co/planeacionUIS/>

Planta Física UIS. [En línea] [Consulta: 4 de octubre de 2018] Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/plantaFisica/index.html>

Pruebas – Libro Pressman. [En línea] [Consulta: 31-06-2020]. Disponible: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/rueda\\_p\\_jo/capitulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/rueda_p_jo/capitulo4.pdf)

“Firebase Authentication | Firebase” [En línea]. Disponible: <https://firebase.google.com/>. [Recuperado: 18-May-2020].

“Workflow and Decision Automation Platform| Camunda BPM” [En línea]. Disponible: <https://camunda.com/>. [Recuperado: 18-May-2020]