

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA SOFTWARE ORIENTADA A LA WEB  
PARA LA DIFUSIÓN DE LA ESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA DE LA  
UNIVERSIDAD

LEIDY CATHERINE LUNA CÁCERES  
JONATHAN FERNEY MEDRANO BARCO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
BUCARAMANGA

2015

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA SOFTWARE ORIENTADA A LA WEB  
PARA LA DIFUSIÓN DE LA ESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA DE LA  
UNIVERSIDAD

LEIDY CATHERINE LUNA CÁCERES  
JONATHAN FERNEY MEDRANO BARCO

Trabajo de grado para optar al título de  
Ingeniero de Sistemas

Director  
JUAN CARLOS MALDONADO BELTRÁN  
Ingeniero de Sistemas

Codirector  
ENRIQUE TORRES LÓPEZ  
Ingeniero de Sistemas

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
BUCARAMANGA

2015

## DEDICATORIA

*A mi madre Marilú Cáceres Marín por su apoyo, su comprensión, su paciencia, su fe en mí y la motivación que cada día inyectaba a mi vida. Te amo y te agradezco infinitamente.*

*A mis hermanas Emily Luna y Nancy Luna que siempre han estado presentes brindándome su apoyo incondicional y su compañía, a mis sobrinos Sofía Parra y Alejandro Castro las dos alegrías de mi existir.*

*A mi padre Wilson Luna por sus consejos y a mis abuelos Elvira Arenas y José Luna que han sido y seguirán siendo el regalo más hermoso que me ha dado la vida.*

*A mi profesor y gran amigo Pablo García por mostrarme la fascinante vocación hacia la Ingeniería de Sistemas.*

*A mi compañero de proyecto Jonathan Ferney Medrano Barco, por su compañía, comprensión y ayuda en este periodo tan importante de mi carrera universitaria.*

*A mis amigos, compañeros y a todas aquellas personas que de una u otra forma han contribuido para el logro de mis objetivos.*

*Leidy Luna*

## DEDICATORIA

*A Dios,  
por haberme permitido llegar hasta este punto y por estar conmigo en cada paso que doy,  
por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas  
personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.*

*A mis padres,  
por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica,  
como de la vida, por su incondicional apoyo el cual no cambio a través del tiempo.*

*A mi Compañera de proyecto,  
Leidy Catherine Luna Cáceres por haberme aguantado todo este tiempo y por confiar en  
mí. Quien me apoyo y alentó para continuar, aun cuando parecía que me iba a rendir.*

*A mis amigos y compañeros de trabajo,  
por su ánimo durante el desarrollo de este proyecto, en especial a mi Jefe Belkis Rolmild  
Molano Zapata por su comprensión y apoyo incondicional.*

*Jonathan Ferney Medrano Barco*

## *AGRADECIMIENTOS*

*A nuestro Director el Ingeniero Juan Carlos Maldonado.*

*A nuestro codirector el Ingeniero Enrique Torres López, por su apoyo, su esfuerzo, su tiempo y dedicación, para hacer de nosotros unos profesionales íntegros.*

*Y de igual forma agradecemos a la División de Servicios de Información y sus ingenieros por darnos la oportunidad de desarrollar nuestro proyecto de grado.*

*En especial al Ingeniero Edwing García Maldonado ya que sus orientaciones, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para nuestra formación.*

*Al Ingeniero Jacksson Sonny Gonzalez Bayona por su apoyo continuo.*

*Al Ingeniero Humberto Ruiz por su valiosa tutoría y ayuda.*

*Al Diseñador Industrial German Quiñonez Alfonso por toda su colaboración.*

## CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	22
<b>1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO</b>	23
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	23
1.2 JUSTIFICACIÓN	23
1.3 ANTECEDENTES	24
1.4 IMPACTO	25
1.5 VIABILIDAD	26
1.6 ALCANCES	27
<b>2 OBJETIVOS</b>	28
2.1 OBJETIVO GENERAL	28
2.2 OBJETIVO ESPECIFICO	28
<b>3 MARCO REFERENCIAL</b>	30

<b>3.1</b>	<b>FOTOGRAFÍAS PANORÁMICAS</b>	<b>31</b>
<b>3.2</b>	<b>PANORÁMICAS INTERACTIVAS</b>	<b>33</b>
<b>3.3</b>	<b>TOUR VIRTUAL</b>	<b>34</b>
<b>3.4</b>	<b>SOFTWARE EXISTENTE</b>	<b>35</b>
<b>3.5</b>	<b>INFRAESTRUCTURA FÍSICA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	<b>37</b>
<b>4</b>	<b>GENERALIDADES ENTORNO DE DESARROLLO</b>	<b>40</b>
<b>4.1</b>	<b>DIAGRAMACIÓN UML</b>	<b>40</b>
<b>4.2</b>	<b>TECNOLOGÍA DE DESARROLLO DE APLICACIÓN WEB</b>	<b>40</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Entorno web.</b>	<b>40</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Arquitectura multicapa.</b>	<b>40</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Entorno de desarrollo.</b>	<b>42</b>
<b>4.3</b>	<b>HERRAMIENTAS DE DESARROLLO</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>46</b>
<b>5.1</b>	<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>46</b>

5.1.1	Descripción de la metodología.	46
5.2	<b>CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO</b>	47
5.2.1	Análisis de requerimientos.	47
5.2.2	Diseño.	48
5.2.3	Implementación de la aplicación.	48
5.2.4	Pruebas.	48
5.2.5	Ajustes.	49
5.3	<b>METODOLOGÍA DE DESARROLLO</b>	49
5.3.1	Modelo de construcción por prototipos.	49
6	<b>APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA</b>	54
6.1	<b>ANÁLISIS DEL SISTEMA</b>	54
6.1.1	Análisis de requerimientos.	54
6.1.2	Funciones que debe cumplir el sistema.	54
6.2	<b>DISEÑO DEL SISTEMA</b>	55

<b>6.2.1</b>	<b>Diagramas UML.</b>	<b>55</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Modelo Entidad-Relación.</b>	<b>79</b>
<b>6.3</b>	<b>DESARROLLO DEL SISTEMA</b>	<b>82</b>
<b>6.3.1</b>	<b>Prototipo inicial.</b>	<b>84</b>
<b>6.3.2</b>	<b>Prototipo final.</b>	<b>87</b>
<b>6.3.3</b>	<b>Proyecto enmarcado en el sistema de seguridad UIS.</b>	<b>94</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>100</b>
<b>8</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>102</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>103</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>106</b>

## LISTAS DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Software disponible para la edición de fotografías	35
Tabla 2. Software disponible para la publicación de imágenes panorámicas interactivas	36
Tabla 3. Software disponible para el desarrollo de tours virtuales	37
Tabla 4. Caso de uso: administrar edificio	57
Tabla 5. Caso de uso: administrar espacio exterior	59
Tabla 6. Caso de uso: Administrar panorámica	60
Tabla 7. Caso de uso: Realizar consultas	62
Tabla 8. Caso de uso: Recorrido Virtual	63
Tabla 9. Caso de uso: Realizar consultas	65
Tabla 10. Caso de uso: Recorrido Virtual	66
Tabla 11. Detalles clase sede	69
Tabla 12. Detalles clase edificio	69

Tabla 13. Detalles clase espacio exterior	70
Tabla 14. Detalles clase sector	71
Tabla 15. Detalles clase fotografía	72
Tabla 16. Detalles clase panorámica	73
Tabla 17. Descripción tabla sede	80
Tabla 18. Descripción tabla edificio	80
Tabla 19. Descripción tabla espacio exterior	80
Tabla 20. Descripción tabla sector	81
Tabla 21. Descripción tabla panorámica	81
Tabla 22. Descripción tabla fotografía	81
Tabla 23. Descripción tabla auditoria	82

## LISTAS DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Museo virtual “Mario Arce Herrera” página principal	25
Figura 2. Adquisición de Imagen	32
Figura 3. Registro de Imagen	32
Figura 4. Unión de imágenes	33
Figura 5. Tour Virtual	34
Figura 6. Arquitectura multicapa	42
Figura 7. Estructura de la aplicación	44
Figura 8. Contextos del seam	44
Figura 9. Estructura del modelo de construcción por prototipos	50
Figura 10. Etapas del Modelo de construcción por prototipos	52
Figura 11. Casos de uso Administrador del sistema	56
Figura 12. Caso de uso: administrar edificio	57

Figura 13. Caso de uso: administrar espacio exterior	58
Figura 14. Caso de uso: Administrar panorámica	60
Figura 15. Caso de uso: Realizar consultas	61
Figura 16. Caso de uso: Recorrido Virtual	63
Figura 17. Casos de uso Usuario	64
Figura 18. Caso de uso: Realizar consultas	65
Figura 19. Caso de uso: Recorrido Virtual	66
Figura 20. Diagrama de secuencia seleccionar edificio	74
Figura 21. Diagrama de secuencia crear espacio exterior	75
Figura 22. Diagrama de secuencia cargar fotografía	76
Figura 23. Diagrama de secuencia generar panorámica	77
Figura 24. Diagrama de secuencia realizar recorrido virtual	78
Figura 25. Ejemplo sectorización edificio	83
Figura 26. Prototipo inicial módulo espacio exterior	84

Figura 27. Prototipo inicial módulo sectores	85
Figura 28. Prototipo inicial módulo fotografías	85
Figura 29. Prototipo inicial módulo panorámicas	86
Figura 30. Prototipo inicial módulo visor	86
Figura 31. Prototipo final módulo administrar espacio exterior	89
Figura 32. Prototipo final módulo administrar sectores	90
Figura 33. Prototipo final módulo administrar edificio	90
Figura 34. Prototipo final módulo administrar fotografía	91
Figura 35. Prototipo final módulo Administrar panorámicas	92
Figura 36. Batch Hugin	92
Figura 37. Prototipo final módulo consultas	93
Figura 38. Prototipo final módulo consultas	93
Figura 39. Prototipo final módulo Visor	94

## LISTAS DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Casos de uso Administrador del sistema	106

## RESUMEN

**TÍTULO:** DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA SOFTWARE ORIENTADA A LA WEB PARA LA DIFUSIÓN DE LA ESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD\*

**AUTORES:** LEIDY CATHERINE LUNA CÁCERES, JONATHAN FERNEY MEDRANO BARCO\*\*

**PALABRAS CLAVE:** FOTOGRAFÍAS, PANORÁMICAS, RECORRIDO VIRTUAL, HERRAMIENTA SOFTWARE, APLICACIÓN WEB, JAVA.

**DESCRIPCIÓN:** Desarrollo de una herramienta software orientada a la web, que permite generar una representación de espacios físicos, soportada en bases de datos de imágenes panorámicas, estructuradas e integradas con las bases de datos institucionales, para facilitar la difusión de la infraestructura física y tecnológica mediante paseos virtuales de la Universidad Industrial de Santander, a través de una aplicación web e interactiva, en busca de integrar la comunidad educativa con el reconocimiento general de la planta física y los servicios del campus universitario en cada una de sus sedes.

El desarrollo de la herramienta, se realizó bajo los estándares de la División de Servicios de información y fue implementada en la plataforma JAVA 5 EE, con la aplicación de diseños flexibles, dinámicos y escalables, empleados a los diferentes módulos que permitieran la administración de los elementos necesarios para la generación del recorrido virtual, entre estos: fotografías, sectores, edificios, espacios exteriores y panorámicas. Para permitir de forma novedosa, fácil y rápida, difundir la información relacionada con espacios físicos, mediante recorridos virtuales basados en panorámicas interactivas que son generadas a partir de fotografías individuales, tomadas a los diferentes sectores (Edificio y Espacios exteriores) que componen cada una de las sedes de la Universidad Industrial de Santander.

---

\* Trabajo de Grado en la Modalidad de Investigación.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática.  
Director: Ingeniero Juan Carlos Maldonado Beltrán, Codirector: Ingeniero Enrique Torres López.

## ABSTRACT

**TITLE:** DEVELOPMENT OF A SOFTWARE TOOL ORIENTED TO THE WEB FOR THE DIFFUSION OF THE PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL STRUCTURE OF THE UNIVERSITY

**AUTHORS:** LEIDY CATHERINE LUNA CÁCERES, JONATHAN FERNEY MEDRANO BARCO

**KEYWORDS:** PHOTOGRAPHS, PANORAMIC, VIRTUAL TOUR, SOFTWARE TOOL, WEB APPLICATION, JAVA.

**DESCRIPTION:** Development of a software tool oriented to the web, which allows you to generate a representation of physical spaces, supported by databases of panoramic images, structured and integrated with corporate databases to facilitate the dissemination of physical and technological infrastructure through virtual tours of the Industrial University of Santander through an interactive web application, seeking to integrate the educational community with the general recognition of the physical plant and the services of the University campus in each of its offices.

The development of the tool, was made under the standards of the Division of Information Services and it was implemented in Java 5 EE platform with the application of flexible, dynamic and scalable designs, used to the different modules that allow the administration of elements necessary for generating the virtual tour, among these: photographs, sectors, buildings, outdoor spaces and panoramic. To allow a new way, fast and easy, disseminate the information related with physical spaces through virtual tours based on interactive panoramic that are generated from individual photographs, taken to different sectors (building and outdoor areas) that make up each of the offices of the Industrial University of Santander.

---

\* Work Degree in Research Mode.

\*\* Faculty of Physical and Mechanical Engineering. School of Engineering Systems and Informatics, Director: Engineer Juan Carlos Maldonado Beltrán, Codirector: Engineer Enrique Torres López.

## INTRODUCCIÓN

La Universidad Industrial de Santander es una de las instituciones más importante de Colombia, y aunque cuenta con reconocimientos a nivel nacional e internacional, su infraestructura física no es muy conocida. Su campus y la organización de su planta física son un excelente atractivo para la comunidad en general y en especial para las personas que desean aplicar a los diferentes programas académicos ofrecidos por la universidad.

Con el fin de dar a conocer cada uno sus espacios, es necesaria la difusión de su infraestructura física y tecnológica, a nivel de: edificios inteligentes, laboratorios de investigación, bibliotecas, espacios deportivos, zonas de esparcimiento, salas de cómputo, aulas de clase, y demás espacios que construyen al campus universitario.

Para lograr lo anteriormente expuesto, se desarrolló con el apoyo de la División de Servicios de Información de la universidad Industrial de Santander, una herramienta software orientada a la web que permite dar a conocer la infraestructura física y tecnológica de la universidad. Esta herramienta permite el almacenamiento y administración de fotografías de su campus, la generación de panorámicas a partir de las fotografías tomadas a un mismo espacio físico, las cuales debidamente organizadas pueden ser visualizadas a través de recorridos virtuales por diferentes rutas del campus. De estas panorámicas se va a tener su historia, lo cual va a permitir ver el crecimiento y cambios que se den en la planta física de la universidad.

# **1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO**

## **1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La Universidad Industrial de Santander no cuenta con un medio que facilite y permita el reconocimiento de su campus; parte de la comunidad en general e incluso miembros de la comunidad universitaria no tienen conocimiento acerca de los diferentes espacios en los que se desarrollan las distintas actividades académicas, de investigación, deportivas, culturales y lúdicas. Esta situación es aún más compleja para personas de otras ciudades o de distintos países que no pueden acceder de forma presencial al campus y desean conocerlo por diferentes razones, entre otras como una alternativa para realizar sus estudios de pregrado y posgrado.

Adicionalmente, no se cuenta con un registro histórico de la evolución del campus desde su inicio, año de 1948, que muestre los avances y crecimiento de su infraestructura física; quedando solo en la memoria de quienes tuvieron la oportunidad de pertenecer a este claustro educativo desde sus comienzos y en algunas fotografías que reposan en el archivo histórico de la institución.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto nace de la necesidad de dar a conocer el campus universitario en lo relacionado con su infraestructura física y tecnológica, sus características y su historia, debido a que esta información es solicitada por la comunidad en general y también por los miembros de la comunidad universitaria como apoyo a sus presentaciones cuando se participa en eventos nacionales e internacionales. Adicionalmente, en la actualidad no se cuenta con un registro histórico del

crecimiento del campus universitario, información muy importante para una de las instituciones insignia del país.

Esta solución se propone basándose en experiencias conocidas del manejo de registros fotográficos fácilmente actualizables, que permiten guardar un registro histórico y sobre los cuales es posible generar una representación que permita el reconocimiento actual o histórico de un conjunto de espacios físicos dentro del campus universitario.

Lo expuesto en el párrafo anterior unido a la información existente en las bases de datos que soportan los Sistemas de información integrados de la Universidad, permite dar una solución a la problemática planteada.

### **1.3 ANTECEDENTES**

En la actualidad, la Universidad no cuenta con un sistema que permita la difusión de su infraestructura física y tecnológica, que a su vez permita llevar un registro histórico fotográfico de los cambios que ha tenido el campus universitario. A través de los años se han desarrollado proyectos de grado que vieron en la tecnología, una buena herramienta para poder mostrar a la comunidad en general espacios importantes y atractivos de la universidad, como es el caso del proyecto de grado desarrollado en el año 2007, en el cual se quiso diseñar e implantar el museo virtual “Marino Arce Herrera”. Véase Figura 1.

Además de este proyecto que no está vigente hoy en día, no se tiene acceso a otra herramienta que permita el recorrido mediante un paseo virtual a las instalaciones de la universidad.

Figura 1. Museo virtual “Mario Arce Herrera” página principal



Fuente: I. D. Tellez Cristina, “Diseño e implementación del museo virtual ‘Marino Arce Herrera’ de la Universidad Industrial de Santander”, Universidad Industrial de Santander, 2007. [En línea]. [Citado 02 Mar., 2014]. Disponible página web: <<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2007/124075.pdf>>

#### 1.4 IMPACTO

- Técnico: El proyecto, que fue implementado en la plataforma JAVA 5 EE, va a contribuir a la implementación de una nueva forma de difundir información relacionada con espacios físicos, logrando que las personas puedan reconocer de forma fácil y rápida el campus universitario.
- Económico: El sistema de información desarrollado disminuirá los tiempos y los recursos requeridos para lograr la visibilidad del campus universitario en lo relacionado con su infraestructura física y tecnológica, sus características y su

historia, debido a que mitiga el gasto en la redacción de extensos folletos y/o publicidad, que no son tan eficientes a la hora de lograr el objetivo de dar a conocer el campus universitario a los sectores interesados.

- Social: La elaboración del proyecto permite dar a conocer de forma fácil e interactiva el campus universitario, facilitando que miembros de la comunidad universitaria lo utilicen como apoyo a sus presentaciones cuando se participa en eventos nacionales e internacionales para difundir las características del campus.

## **1.5 VIABILIDAD**

- Técnica: Para el desarrollo del proyecto, además de contar con el recurso humano suficiente, se contó con el apoyo del personal de la División de Servicios de Información de la Universidad Industrial de Santander, toda la infraestructura tecnológica de la universidad (equipos, servidores, software), y el conocimiento necesario para la ejecución del proyecto.
- Económica: La División de Servicios de Información (DSI) suministró todas las herramientas para la elaboración del proyecto, dentro de las cuales se encontraban las licencias de software, los recursos necesarios para la capacitación, el recurso humano suficiente y el apoyo a lo largo del proyecto.
- Social: No existieron obstáculos, ni perjudicó a algún sector de la comunidad. Al contrario, esta se verá beneficiada al contar con una herramienta que le permite conocer la infraestructura física de la universidad en cualquier momento y desde cualquier lugar.

## **1.6 ALCANCES**

El proyecto se centra en generar una representación del campus universitario, soportado en bases de datos de fotografías y de panorámicas, estructuradas e integradas con las bases de datos institucionales, para facilitar la difusión de la infraestructura física y tecnológica de la universidad mediante paseos virtuales.

Incluye:

- Elaboración de los manuales necesarios para la toma adecuada de la fotografías.
- Diseño e implementación de una herramienta software orientada a la web que permite la administración de las imágenes individuales en la base de datos, junto con la creación y administración de imágenes panorámicas a partir de las imágenes individuales.
- Creación de un tour virtual con las imágenes panorámicas mencionadas anteriormente.
- Implementación de la herramienta, mediante la generación de una representación del Centro de Tecnologías de Información y Comunicación CENTIC.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una herramienta software orientada a la web que permita generar una representación del campus universitario, soportada en bases de datos de fotografías, panorámicas estructuradas e integradas con las bases de datos institucionales para facilitar la difusión de la infraestructura física y tecnológica de la universidad mediante paseos virtuales.

### **2.2 OBJETIVO ESPECIFICO**

- Establecer el procedimiento necesario para la toma de fotografías individuales a partir del cual se obtiene un conjunto de imágenes digitales que permitan generar una imagen panorámica.
  
- Seleccionar e implementar los algoritmos o la tecnología necesaria para crear imágenes panorámicas a partir de imágenes individuales, mediante la superposición de áreas comunes entre imágenes.
  
- Diseñar e implementar una herramienta software que permita:
  - Registro de imágenes individuales en la base de datos.
  - Crear a partir de un conjunto de imágenes digitales individuales una fotografía panorámica.
  - Crear tours virtuales a partir de imágenes panorámicas.
  - Enlazar imágenes panorámicas con información almacenada en las bases de datos institucionales.
  - Llevar registro histórico de los espacios físicos de la universidad.

- Permitir el recorrido de los espacios físicos de la universidad a partir de tours virtuales, teniendo como referencia un rango de tiempo específico.
- Implantar la herramienta software y generar una representación del Centro de Tecnologías de información y Comunicación (CENTIC), para demostrar la funcionalidad de la herramienta desarrollada.
- Socializar la herramienta software a las partes interesadas en el proyecto.

### 3 MARCO REFERENCIAL

Los recorridos virtuales han sido de gran utilidad en la era tecnológica, permitiendo simular espacios físicos de forma natural. Estas simulaciones se realizan en su mayoría por medio de videos o fotografías panorámicas como es el caso de la herramienta Street View de Google que permite explorar diferentes lugares del mundo. Estas simulaciones se hacen mediante la toma de fotografías con varias cámaras que capturan los dos hemisferios, para posteriormente convertir las fotografías en panorámicas 360, donde se superponen las imágenes mediante un algoritmo especial de procesamiento, que permite suavizar las uniones y generar la transición perfecta entre imágenes.

Además de lo propuesto por Google, empresas como IBCE360, han generado recorridos virtuales para establecimientos comerciales, instituciones educativas, museos y otros. Para la creación de estos recorridos virtuales IBCE360 ha utilizado equipos fotográficos de alta resolución, dado que la nitidez de la fotografía es de suma importancia para la realización de las panorámicas de 360° que formaran parte del recorrido virtual. Para el desarrollo de estos recorridos esta empresa se basa en la tecnología Flash y HTML5, que permiten obtener un impacto visual muy positivo. Sin embargo, una de las desventajas es que no se pueden trabajar los cambios de forma dinámica, se necesita volver a generar el recorrido si se ha generado un cambio en el espacio físico recreado. Entre los proyectos más destacados de IBCE360 se encuentra el realizado a la Universidad de Lleida en España.

Adicionalmente a las empresas que desarrollan esta clase de proyectos, también existe software que puede ser utilizado para la generación de productos, tales como:

- Tourwear 7: permite diseñar e implementar recorridos virtuales a partir de fotografías panorámicas.
- Microsoft Photosynth: permite una visión contigua de fotos tomadas desde un mismo ángulo.
- Kolor Panotour: crea recorridos virtuales con panorámicas esféricas 360 grados.

### 3.1 FOTOGRAFÍAS PANORÁMICAS

Según Nick Meers, una fotografía es panorámica si su campo de visión tiene más alcance que el del ojo humano, es decir que la imagen es al menos dos veces más amplia que alta, sin embargo en la actualidad cuando se tiene un formato en el cual el radio es más amplio aunque sea un poco, se asume como fotografía panorámica.

La creación de la fotografía panorámica inicialmente fue desarrollada por Joseph Punch Berger en Austria en el año de 1843, mediante el procedimiento conocido como “daguerreotipo” en el que la imagen se forma sobre una superficie plana pulida como un espejo. Años después alrededor de 1851 se introdujo el método de la placa húmeda, en el cual se podía tomar gran cantidad de fotografías para que posteriormente fueran unidas al imprimirlas.

Hoy en día la tecnología permite crear fotografías panorámicas de forma digital, cuyo procedimiento se lleva a cabo mediante tres etapas las cuales son:

**Primera Etapa:** Adquisición de la imagen. En esta etapa se realiza la recolección de fotografías individuales como se muestra en la Figura 2 Para esto se debe tener en cuenta la uniformidad de las imágenes en cuanto a exposición y balance de blancos a la hora de tomar las fotografías.

**Segunda Etapa:** Pre-procesamiento de las imágenes. Permite transformar las imágenes de tal forma que se pueda establecer similitud entre las fotografías individuales, facilitando así el proceso de unión para la creación de la panorámica.

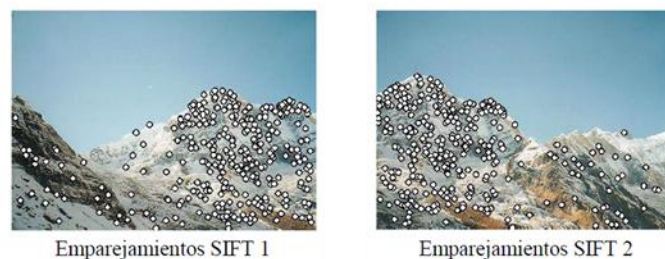
**Tercera Etapa:** Registro de imágenes. En esta sección se determinan la correspondencia entre las fotografías individuales como se muestra en la Figura 3, mediante la aplicación de métodos directos basados en sistemas de ecuaciones, entre ellos el algoritmo de GRAPS, esta técnica es conocida como Metaheurística.

Figura 2. Adquisición de Imagen



Fuente: Algoritmo GRASP para la construcción automática de fotografías panorámicas. [En línea]. [Citado 02 Mar., 2014]. Disponible página web: <[http://neithan.weebly.com/uploads/5/2/8/0/52807/memoria\\_-\\_final.pdf](http://neithan.weebly.com/uploads/5/2/8/0/52807/memoria_-_final.pdf)>

Figura 3. Registro de Imagen



Fuente: Algoritmo GRASP para la construcción automática de fotografías panorámicas. [En línea]. [Citado 02 Mar., 2014]. Disponible página web: <[http://neithan.weebly.com/uploads/5/2/8/0/52807/memoria\\_-\\_final.pdf](http://neithan.weebly.com/uploads/5/2/8/0/52807/memoria_-_final.pdf)>

**Cuarta Etapa: Unión de imágenes.** En esta etapa se realiza la unión de las fotografías individuales, se ejecutan los ajustes necesarios para disminuir las diferencias de las imágenes en la zona en la que se debe realizar la superposición, de modo que la unión sea lo más suave posible, quedando casi imperceptible. Ver Figura 4.

Figura 4. Unión de imágenes



Imágenes alineadas según una homografía

Fuente: Algoritmo GRASP para la construcción automática de fotografías panorámicas. [En línea]. [Citado 02 Mar., 2014]. Disponible página web: <[http://neithan.weebly.com/uploads/5/2/8/0/52807/memoria\\_-\\_final.pdf](http://neithan.weebly.com/uploads/5/2/8/0/52807/memoria_-_final.pdf)>

### 3.2 PANORÁMICAS INTERACTIVAS

La publicación de fotografías panorámicas interactivas, permiten llegar al usuario de forma más rápida y eficaz. Este tipo de fotografía, se logra editando el material fotográfico de la forma descrita ...en la sección 3.1 ... (Fotografías Panorámicas), donde se tiene el panorama armado y guardado, luego, se copia a una carpeta junto con los códigos correspondientes para publicar el panorama y, hacer interactiva la imagen disponiendo de una barra de herramientas que facilitan la navegación libre o programada, permitiendo al navegante una alta visibilidad en todas las direcciones y un reconocimiento inmediato del espacio publicado en la fotografía. Se pueden presentar diferentes tipos de navegación, dependiendo del panorama:

- Panoramas cilíndricos: Su navegación se ve limitada debido a que la parte alta de la esfera y la parte baja no se encuentran, por lo tanto, estos panoramas llegan a cubrir menos de 180 grados en el eje vertical.
- Panoramas esféricos: estos panoramas son completos debido a que van de 360 x 180 grados en la pared interna de una esfera virtual. Su navegación es total.
- Panoramas parciales: son todos aquellos que no alcanzan a cubrir todo el horizonte en su expansión horizontal; son aquellos que provienen de la combinación de imágenes alineadas horizontalmente y su navegación se limita a ir de izquierda a derecha o viceversa.

### 3.3 TOUR VIRTUAL

El enlace y la navegación entre varias panorámicas interactivas es lo que se conoce como Tour Virtual, véase Figura 5, debido a que permite hacer un reconocimiento con un campo de visión ampliado respecto al ojo humano de un espacio interior o exterior, generando la sensación al visitante de estar en ese mismo lugar.

Figura 5. Tour Virtual



Fuente: Virtual Tour generated by Panotour [En línea]. [Citado: 28 ago., 2013]. Disponible página web: <<http://www.ibce360.com/panoramicas/udl/>>.

Los tours virtuales se puede llevar a cabo gracias a diferentes programas que facilitan su desarrollo, véase Tabla 3, o mediante la programación en lenguajes tales como Java, HTML5, entre otros.

### 3.4 SOFTWARE EXISTENTE

A continuación se hace referencia a algunos programas que permiten la edición de fotografías, publicación de imágenes panorámicas interactivas y desarrollo de tours virtuales a través de diferentes herramientas de aplicación.

Tabla 1. Software disponible para la edición de fotografías

EDICIÓN	
Gratuitos	Comerciales
0-360 Unwrapper	3-D Vista Stitcher
Canon PhotoStitch	ADG Panorama
DeFish	AIPR Lite
Enblend	Autodesk Stitcher Unlimited
Enblend Front End	AutoStitch
Enfuse	Calico Panorama
Hugin Panorama Stitcher	D Joiner
Image Composite Editor	Double Take
Kekus PT Mac	EasyPano Panoweaver
Montage	Flexify 2
Panorama Tools	GigaPan Stitch
PanoWizard	i.Vista Wideshot
PT Open Gui	i2K Quickage
Smartblend	Ipix Interactive Studio
TuFuse	iSee Media Photo Vista

Fuente: W. A, "360 Facil - Guia Completa De Fotografia De 360 Grados," 2010. [En línea]. [Citado 02 Sep., 2013]. Disponible página web: <<http://www.360facil.com/>>.

Tabla 2. Software disponible para la publicación de imágenes panorámicas interactivas

PUBLICACIÓN	
Gratuitos	Comerciales
<b>JAVA</b>	
IBM Hotmedia	ADG 3D Tools
PanGnomic	i.Vista Panorama
PT Viewer	Panorado
Pure Player	PixMaker
Comerciales	
<b>FLASH</b>	
Cuty	Flash Panorama Player
Pan0	iTourpano Virtual Tour
PanCyl	JC Panorama
PanoSalado	KR Pano
Ryubin's Pano Player	Pano2VR
SaladoPlayer	Panorama2Flash
SPi-V	Pure Player
Visicam 360 Panorama	VT Fusion Player
<b>QUICK TIME</b>	
Deval VR	i.Vista Panorama
FreePV	QuickTime Pro
Pano2QTVR	
PanoCube	
Fuente: W. A, "360 Facil - Guia Completa De Fotografia De 360 Grados," 2010. [En línea]. [Citado 02 Sep., 2013]. Disponible página web: < <a href="http://www.360facil.com/">http://www.360facil.com/</a> >.	

Tabla 3. Software disponible para el desarrollo de tours virtuales

TOURS VIRTUALES	
Gratuitos	Comerciales
JATC	3cim Panorama Builder Pro
	3-D Vista Publisher
	Kolor
	PanoTour
	PanoTour Pro
	PanoLink
	PanoWalker
	Pixtra TourMaster
	PT Viewer Scriptor
	Syborg Studios
	Tour Weaver
	Virtual Tour Express
Fuente: W. A, "360 Facil - Guia Completa De Fotografia De 360 Grados," 2010. [En línea]. [Citado 02 Sep., 2013]. Disponible página web: < <a href="http://www.360facil.com/">http://www.360facil.com/</a> >.	

### 3.5 INFRAESTRUCTURA FÍSICA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

La descripción de la infraestructura física del campus universitario, se contempla haciendo referencia al campus principal y a cada una de sus ocho sedes distribuidas en el departamento de Santander.

- Campus principal (Bucaramanga), compuesto por un área de 337.000 metros cuadrados, constituido por los diferentes edificios de las facultades, Bienestar universitario, Laboratorios de investigación, el Centro de Tecnologías de Información y Comunicación, espacios deportivos, plazoletas, auditorios y demás.

- Facultad de salud (Bucaramanga), con un área de 9.500 metros cuadrados, donde se encuentran instaladas las escuelas de Medicina, Fisioterapia, Bacteriología, los laboratorios clínicos, Enfermería, auditorio Luis Carlos Galán Sarmiento, entre otros.
- Bucarica (Bucaramanga), edificada desde el año 1945 y declarado monumento nacional en marzo de 1982, alberga en su interior la dirección de Extensión, las emisoras universitarias, la oficina de Control Interno Disciplinario, Consultorio Jurídico de la escuela de Derecho y demás espacios afines.
- Parque Tecnológico de Guatiguará (Piedecuesta), de un área de 75.000 metros cuadrados, es el polo de investigación de la universidad. Cuenta con diversos laboratorios de investigaciones, como: laboratorios de biohidrometalurgia, reología, catálisis, plasma, caracterización de materiales y análisis térmico diferencial. Además dispone de aulas de postgrado, auditorio, granjas.
- Sede Barbosa (Barbosa), dispone de un área de 1.653 metros cuadrados, con aulas de clase, salón múltiple, aula multimedia, biblioteca, laboratorio de informática y laboratorio de química.
- Sede Socorro (Socorro), con un área de 11.000 metros cuadrados, con laboratorios de física, circuitos eléctricos y sistemas digitales, laboratorios de química, cuatro salas de cómputo, biblioteca, centros de estudios, 21 aulas de clases, entre otras.
- Sede Málaga (Málaga), alberga 10 aulas, 9 laboratorios, sala de cómputo, biblioteca, sala de internet, centro de estudios forestales y ambientales, auditorio, salas de audio-visión.

- Sede Barrancabermeja (Barrancabermeja), presta el servicio educativo con 27 aulas, 4 laboratorios, 3 salas de cómputo y el edificio de la biblioteca Alejandro Galvis Galvis.

## 4 GENERALIDADES ENTORNO DE DESARROLLO<sup>1</sup>

### 4.1 DIAGRAMACIÓN UML

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés, Unified Modeling Language) es una herramienta que permite al diseñador de aplicaciones o sistemas, abstraer ideas en un modelo visible, que puede abarcar toda la complejidad del sistema, y que a su vez sirve como interface de comunicación con el desarrollador.

Los diagramas UML que de acuerdo con los estándares establecidos por la División de Servicios de Información, deben ser contemplados en los proyectos de desarrollo de software que se realicen para la universidad son:

- Diagrama de Casos de Uso
- Diagrama de Clases
- Diagrama de Secuencia

### 4.2 TECNOLOGÍA DE DESARROLLO DE APLICACIÓN WEB

**4.2.1 Entorno web.** Considerando que las tecnologías Web permiten crear aplicaciones con un nivel de dinamismo, complejidad y confiabilidad considerable, este proyecto fue desarrollado para que funcione completamente dentro de este entorno. Como resultado toda la comunidad en general, podrán utilizarlo desde un navegador de Internet sin instalar software adicional.

**4.2.2 Arquitectura multicapa.** El objetivo de la arquitectura es la separación de todo el sistema en capas diferentes en las que se dividen las funciones del

---

<sup>1</sup> Basado en los estándares de la División de Servicios de Información

sistema. La ventaja principal de este estilo es que el desarrollo se puede llevar a cabo en varios niveles y, en caso de que sobrevenga algún cambio, sólo se ataca al nivel requerido sin tener que revisar entre código mezclado.

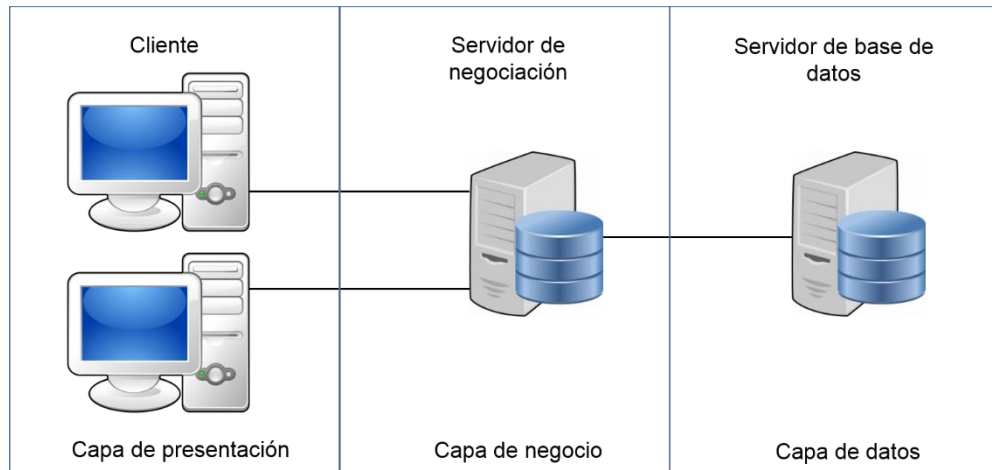
En el diseño de sistemas informáticos actual se suelen usar las arquitecturas multinivel o Programación por capas. En dichas arquitecturas a cada nivel se le confía una misión simple, lo que permite el diseño de arquitecturas escalables (que pueden ampliarse con facilidad en caso de que las necesidades aumenten). El diseño más utilizado actualmente es el diseño en tres capas:

Capa de presentación: es la que se tiene contacto con el usuario. Presenta el sistema al usuario, le comunica la información y captura la información del usuario dando un mínimo de proceso (realiza un filtrado previo para comprobar que no hay errores de formato). Esta capa se comunica únicamente con la capa de negocio. También es conocida como interfaz gráfica.

Capa de la lógica de negocio: es donde residen los programas que se ejecutan, se reciben las peticiones del usuario y se envían las respuestas tras el proceso. Se denomina capa de negocio pues es aquí donde se establecen todas las reglas que deben cumplirse. Esta capa se comunica con la capa de presentación, para recibir las solicitudes y presentar los resultados, y con la capa de datos para solicitar al gestor de base de datos almacenar o recuperar datos de él. También se consideran aquí los programas de aplicación. Figura 6.

Capa de datos: es donde residen los datos y es la encargada de acceder a los mismos. Está formada por uno o más gestores de bases de datos que realizan todo el almacenamiento de datos, reciben solicitudes de almacenamiento o recuperación de información desde la capa de negocio.

Figura 6. Arquitectura multicapa



**4.2.3 Entorno de desarrollo.** La División de Servicios de Información desarrolla sus sistemas en la plataforma Java Enterprise Edition 5 (Java EE5), que usa Java como lenguaje de programación, en la que se puede implementar aplicaciones multicapa y se apoya ampliamente en componentes de software modulares.

Dentro de las especificaciones de la plataforma, para el desarrollo del proyecto se usaron los siguientes frameworks:

- Java Server Faces (JSF): es un framework para aplicaciones Java basadas en web que simplifica el desarrollo de interfaces de usuario en aplicaciones Java EE, y se usó en el proyecto para el desarrollo de la capa de presentación.

JSF incluye un conjunto de aplicaciones para representar componentes de una interfaz de usuario y administrar su estado, manejar eventos, validar entrada, definir un esquema de navegación de las páginas y dar soporte para internacionalización y accesibilidad; también contempla un conjunto por defecto de componentes para la interfaz de usuario y un modelo de eventos en el lado del servidor.

- Enterprise Java Beans 3.0 (EJB 3.0): es una interfaz de programación de aplicaciones (API) que implementa un modelo de componentes distribuido estándar del lado del servidor. El objetivo de los EJB es dotar al programador de un modelo que le permita abstraerse de los problemas generales de una aplicación empresarial (conurrencia, transacciones, persistencia, seguridad, etc.) para centrarse en el desarrollo de la lógica de negocio en sí. El hecho de estar basado en componentes permite que éstos sean flexibles y sobre todo reutilizables.

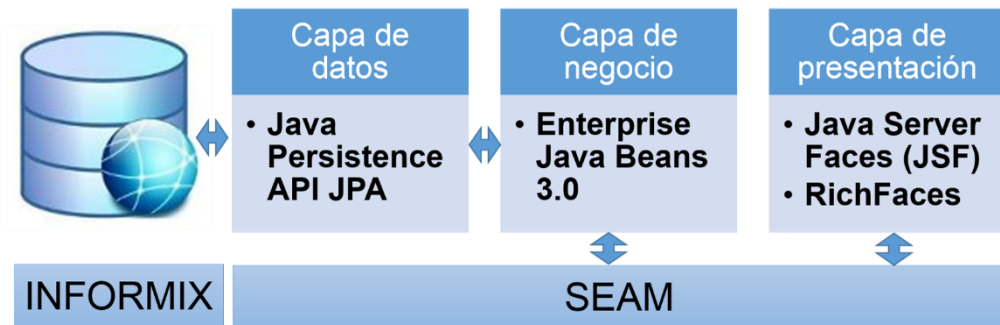
Se usó para el desarrollo de la lógica del negocio del sistema.

- Java Persistence API (JPA): es un API de persistencia programado en el lenguaje Java que maneja datos relacionales en aplicaciones JEE 5. Este framework permite relacionar el modelo de dominio de la aplicación (clases) con las tablas en la base de datos (el mapeo objeto-relacional). El mapeo permite manejar las clases y sus objetos en la lógica del negocio, y no tablas y registros que son de conocimiento sólo del sistema de gestión de base de datos. Con JPA se crea una capa de abstracción de los datos, que permite la comunicación entre la capa de la lógica del negocio y la base de datos.

Se usó este framework para el desarrollo de la capa de datos (la capa de abstracción de los datos). Véase Figura 7.

- Jboss Seam: es un framework para el manejo de la lógica del negocio, y como plataforma base para otros dos frameworks para el desarrollo de otras capas. Seam permite la definición de componentes implementados con EJB 3.0, que pueden ser accedidos mediante una interfaz por la capa de presentación para así establecer una comunicación entre ésta y la lógica de negocio. Combina a los dos frameworks Enterprise JavaBeans EJB3 y Java Server Faces JSF y es el que permite ensamblar todas las capas de la aplicación.

Figura 7. Estructura de la aplicación



Además es una meta-contenedor de componentes agrupados en contextos definidos por seam. Cada contexto puede guardar los componentes que se definan y tiene un ciclo de vida propio del contexto donde se encuentren. Véase Figura 8.

Figura 8. Contextos del seam



### 4.3 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

Para el análisis, diseño e implementación del sistema, se usaron las siguientes herramientas software:

- Enterprise Architect: es una herramienta desarrollada por Sparx Systems para crear los diagramas UML en la etapa de análisis y diseño.
- Jboss Developer Studio: es un entorno integrado de desarrollo basado en Eclipse, que asocia el servidor de aplicaciones Jboss con otros plug-ins para facilitar la programación del sistema.
- Hugin: es una herramienta de software libre que permite la generación de panorámicas a partir de imágenes individuales.

## 5 METODOLOGÍA<sup>2</sup>

### 5.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación que se propone para el desarrollo de este proyecto es la aplicada, debido a que permitirá generar conocimientos o métodos dirigidos al sector productivo de bienes y servicios, para mejorarlos o hacerlos más eficientes.

**5.1.1 Descripción de la metodología.** Primera Fase: Exploratoria. Se realiza una revisión y análisis de la literatura disponible, con el fin de consultar, seleccionar y obtener de forma concisa la bibliografía sobre las diversas formas de trabajar las fotografías panorámicas con el fin de lograr la correcta difusión del campus universitario.

Segunda Fase: Descripción y explicación. Se revisan los diferentes modelos, formas y herramientas utilizadas en el desarrollo de fotografías panorámicas y a su vez de los recorridos virtuales, mediante la clasificación en cuanto a tipo, funcionalidades e importancia para el desarrollo del proyecto.

Tercera Fase: Entrevistas. Se identifica la población objetivo de la DSI de la Universidad Industrial de Santander para la aplicación de las encuestas y/o entrevistas necesarias, orientadas a conocer las necesidades que se presentan al intentar difundir la estructura física y tecnológica de la universidad.

Cuarta Fase: Construcción de la propuesta. Con base en la comparación y análisis de resultados de las fases segunda y tercera, se construyen los lineamientos

---

Basado en los estándares de la División de Servicios de Información<sup>2</sup>

pautas o criterios de la investigación, que permitan el desarrollo de una herramienta software orientada a la web para la difusión de la estructura física y tecnológica de la universidad.

Quinta Fase: Documentación. En este documento se presenta una descripción general del trabajo adelantado junto con los aportes que se utilizarán en el desarrollo del proyecto.

Sexta Fase: Difusión. Presentar la información a los entes interesados, así como publicar los escritos de los resultados de la información.

## **5.2 CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO**

**5.2.1 Análisis de requerimientos.** En el análisis de requerimientos se especificará junto con los funcionarios de la DSI, la función y comportamiento que deberán tener los programas a desarrollarse en el transcurso del proyecto, se indicará la interfaz con otros elementos del sistema y se establecerán los estándares de diseño que debe cumplir el sistema.

El análisis de requerimientos permite la representación de la información y las funciones que pueden ser traducidas en datos, arquitectura y diseño procedimental. Finalmente, la especificación de requerimientos suministra los medios para valorar la calidad de los programas, una vez que se haya construido.

Es en esta etapa donde se harán reuniones periódicas con los funcionarios de la DSI, para que sean ellos los que definan las características del software que se desea desarrollar y que se adapte plenamente a las exigencias de la Gestión de proyectos en la Universidad Industrial de Santander.

**5.2.2 Diseño.** El diseño del software es realmente un proceso de muchos pasos que se centra en cuatro atributos distintos: estructura de datos, arquitectura de software, representaciones de interfaz y detalle procedimental (algoritmo).

En esta etapa de diseño se hace una traducción de los requisitos a una representación del software donde se pueda evaluar su calidad antes de que comience la codificación.

El diseño se efectuará, mediante modelos UML (Lenguaje de Modelado Unificado) que incluirá los diagramas que han sido seleccionados dentro de los estándares de desarrollo de software utilizados en la División de Servicios de Información, que son: de casos de uso, de clases y de secuencia, utilizando la herramienta de modelaje Enterprise Architect.

**5.2.3 Implementación de la aplicación.** En esta etapa se procede a generar el software que se ha diseñado teniendo en cuenta los parámetros establecidos por la división de Servicios de Información, en cuanto a los estándares técnicos y de calidad que caracterizan las aplicaciones que son generadas para el servicio de la Universidad, teniendo como base la Arquitectura de Desarrollo de Aplicaciones de JAVA EE5 y la plataforma Informix como motor de base de datos.

**5.2.4 Pruebas.** Son los procesos que permiten verificar la calidad de un producto software y el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la fase de análisis de requerimientos.

Las pruebas de software se integran dentro de las diferentes fases del ciclo de desarrollo del software establecidas en la ingeniería de software.

Una vez generado el código, comienzan las pruebas, proceso utilizado para identificar posibles fallos de implementación, calidad, o usabilidad de un programa. Las pruebas se centran en los procesos lógicos internos del software, asegurando que todas las sentencias sean probadas y asegurar que la entrada definida produce los resultados esperados.

Las pruebas serán de carácter permanente a lo largo del desarrollo del proyecto por parte del equipo de trabajo, y habrá un periodo de tiempo para que los usuarios finales interactúen con la aplicación y detecten posibles ajustes.

**5.2.5 Ajustes.** Después de las Pruebas, cada uno de los errores detectados o las observaciones hechas por los usuarios debidamente analizadas, deben ser tenidos en cuenta para ajustar el sistema, de tal manera que se adapte plenamente a las necesidades de los mismos.

También los ajustes se harán permanentemente a lo largo del desarrollo del proyecto a la par con las pruebas, en la medida en que se detecten errores o inconsistencias en el sistema que se ha desarrollado.

### **5.3 METODOLOGÍA DE DESARROLLO**

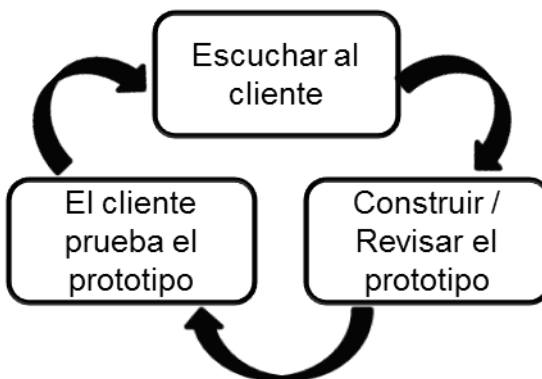
**5.3.1 Modelo de construcción por prototipos.** Teniendo como base las actividades anteriormente descritas, se propone como metodología de desarrollo de éste proyecto el Modelo de Construcción por Prototipos.

En el modelo de construcción por prototipos, el ciclo de vida del sistema se desarrolla en incrementos de forma que puede modificarse de manera inmediata en respuesta a la realimentación del cliente y del usuario final, esta metodología

proporciona signos visibles y continuos del progreso del proyecto, mejorando la visibilidad del mismo y contribuyendo a la impresión de que se está desarrollando rápidamente, además no requiere de conocimientos específicos del sistema que se desea construir, trabaja con poca identificación de requerimientos.

Se eligió esta metodología debido a que es muy frecuente que los usuarios que están solicitando el sistema, en este caso la DSI, definan un conjunto de objetivos generales para el software, pero no identifican los requisitos detallados de entrada, proceso o salida. En otros casos, el responsable del desarrollo del software puede no estar seguro de la eficacia de un algoritmo, o no haber comprendido plenamente los requerimientos del usuario. Para éstas y otras muchas situaciones, un paradigma de construcción por prototipos puede ofrecer el mejor enfoque, debido a que la entrega de prototipos, que hacen parte integral del proyecto en su conjunto, permitirán la corrección temprana de errores o la redefinición del sistema en caso de ser necesario. Véase Figura 9. Los prototipos funcionales permitirán la familiarización del usuario con el sistema que se está desarrollando.

Figura 9. Estructura del modelo de construcción por prototipos



Fuente: Modelo de proceso evolutivo - Aprende a Programar - Codejobs. [En línea]. [Citado: 03 sep., 2013]. Disponible página web: <<http://www.codejobs.biz/es/blog/2013/06/01/modelo-de-proceso-evolutivo>>.

Esta metodología es viable para el desarrollo del proyecto debido a que:

- Permite partir de unos objetivos generales que se desarrollaran de la mano con la DSI quien es nuestro cliente, para de esta forma construir y presentar un prototipo inicial, que sirva como mecanismo para la definición de requisitos específicos del software, logrando así la adecuación y refinamiento de este prototipo, proceso evolutivo que permita hacer entrega de un prototipo que cumpla con todos los requerimientos de usuario.
- El modelo de construcción por prototipos permite establecer rápidamente la adaptabilidad, la eficiencia e incluso la interacción del usuario con el prototipo, debido a que involucra al cliente más profundamente permitiendo así hacer las mejoras oportunamente para lograr cumplir con los requerimientos esperados.
- En este modelo de desarrollo cada prototipo debe ser plenamente validado para posteriormente hacer los arreglos y las adecuaciones necesarias. Una vez se tenga aprobada dicha versión del prototipo se prosigue en el desarrollo de la siguiente versión que contenga los nuevos requerimientos que se acercan al estado de madurez necesario para su entrega final.

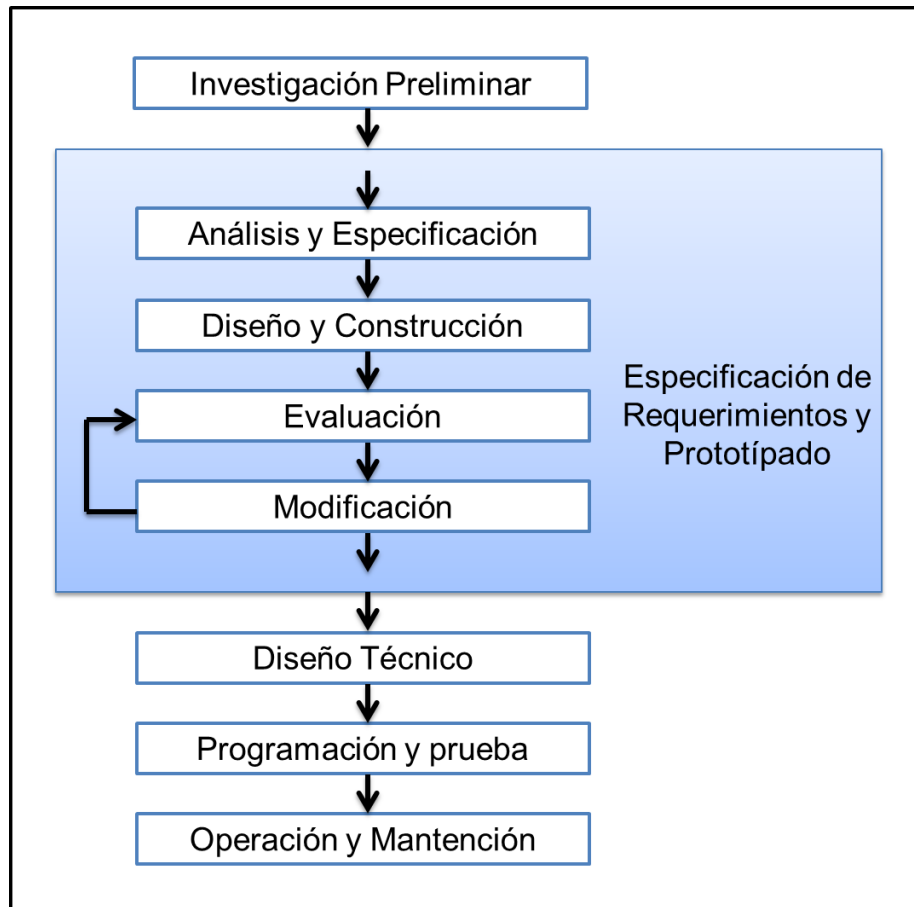
**5.3.1.1 Procedimiento a seguir para la metodología planteada.** A continuación se describe el procedimiento a seguir para el Modelo de Construcción por Prototipos. Véase Figura 10

a. Realización de entrevistas con el personal encargado de la DSI, para establecer los requisitos que aunque generales van a servir de base en el desarrollo del prototipo.

b. Análisis y especificación del prototipo: Los desarrolladores generan con ayuda de los usuarios un diseño básico que cumpla con los requerimientos generales

establecidos. En este punto se profundizará a un más en los requerimientos de tal forma que permitan el entendimiento entre Cliente – Desarrollador.

Figura 10. Etapas del Modelo de construcción por prototipos



Fuente: Adaptado de J. B. de Areba, Metodología del análisis estructurado de sistemas. 2001.

c. Con esta información se procede al diseño y la construcción del prototipo inicial el cual se enfoca sobre la representación de los aspectos del software visibles al usuario (por ejemplo, métodos de entrada, esquemas de navegación y formatos de salida).

d. Con el prototipo inicial ya terminado se procederá a la evaluación por parte del usuario, donde verificará aspectos tales como el cumplimiento de requerimientos y funcionalidad del prototipo.

e. Por medio de la evaluación el usuario adquiere mayor claridad de las funcionalidades del sistema y da las sugerencias necesarias para refinar los requisitos del software y la construcción de un prototipo más avanzado.

f. Se procede con las modificaciones al prototipo inicial, partiendo de las sugerencias expresadas por el usuario con el fin de cumplir con los requisitos e ir madurando el prototipo.

g. Se produce un proceso iterativo en el que el prototipo es “afinado” (Refinamiento del prototipo) para que satisfaga las necesidades del usuario, al mismo tiempo que facilita al que lo desarrolla una mejor comprensión de lo que hay que hacer y poder entregar el producto final requerido.

h. Cuando finalmente el prototipo este acorde con los requerimientos del cliente se procede al diseño técnico, donde se realiza un diseño detallado, rediseño del prototipo y documentación para programación y mantenimiento.

## 6 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

### 6.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA

El análisis del sistema se realizó mediante entrevistas periódicas a los empleados de la DSI, quienes establecieron las necesidades, junto con el comportamiento que debe tener el sistema a desarrollar en el transcurso del proyecto.

**6.1.1 Análisis de requerimientos.** En vista de la necesidad de orden y secuencia que debe tener un recorrido virtual se estableció que cada una de las sedes de la universidad se dividirá en espacios exteriores y edificios, dichos espacios se subdividirán hasta llegar a los niveles más bajos. Teniendo en cuenta esto, se han definido dos roles de acuerdo a las funcionalidades del sistema, el administrador quien es el encargado de proveer panorámicas al recorrido virtual y el usuario quien va a realizar la visita virtual de las diferentes sedes de la universidad.

#### 6.1.2 Funciones que debe cumplir el sistema.

El sistema permite al administrador:

- Incluir en la base de datos los sectores de la universidad en los cuales se permitirá el recorrido virtual.
- Almacenar fotografías en la base de datos y asociarlas a un sector.
- Generar con las fotografías tomadas en cada sector, las panorámicas correspondientes, procediéndolas a almacenarlas en la base de datos.
- Realizar consultas a las fotografías y panorámicas almacenadas en la base de datos.

El sistema permite al usuario:

- El recorrido por las diferentes panorámicas asociadas a los diferentes sectores externos y edificios de la universidad.
- Detallar la información acerca de los componentes de cada sector.
- Establecer un rango de fecha, para hacer el recorrido virtual por panorámicas pertenecientes a ese tiempo específico.

## **6.2 DISEÑO DEL SISTEMA**

Dentro del proceso de análisis y diseño del sistema de información se generaron los diagramas UML establecidos por la división de Servicios de Información y el modelo entidad relación. Es de destacar que durante el transcurso del proyecto el diseño se fue adaptando a medida que se fue perfeccionando el prototipo inicial. A continuación se presenta la estructura básica de cada uno de los diagramas que se generaron producto del diseño, con el fin de ilustrar el fondo y la forma como fueron elaborados.

### **6.2.1 Diagramas UML.**

#### **6.2.1.1 Diagrama de casos de uso.**

Identificación de los actores:

- Administrador: el administrador del sistema es la persona autorizada por la División de Servicios de Información para el manejo del sistema.
- Usuario: persona de la comunidad en general que desee hacer uso del sistema.

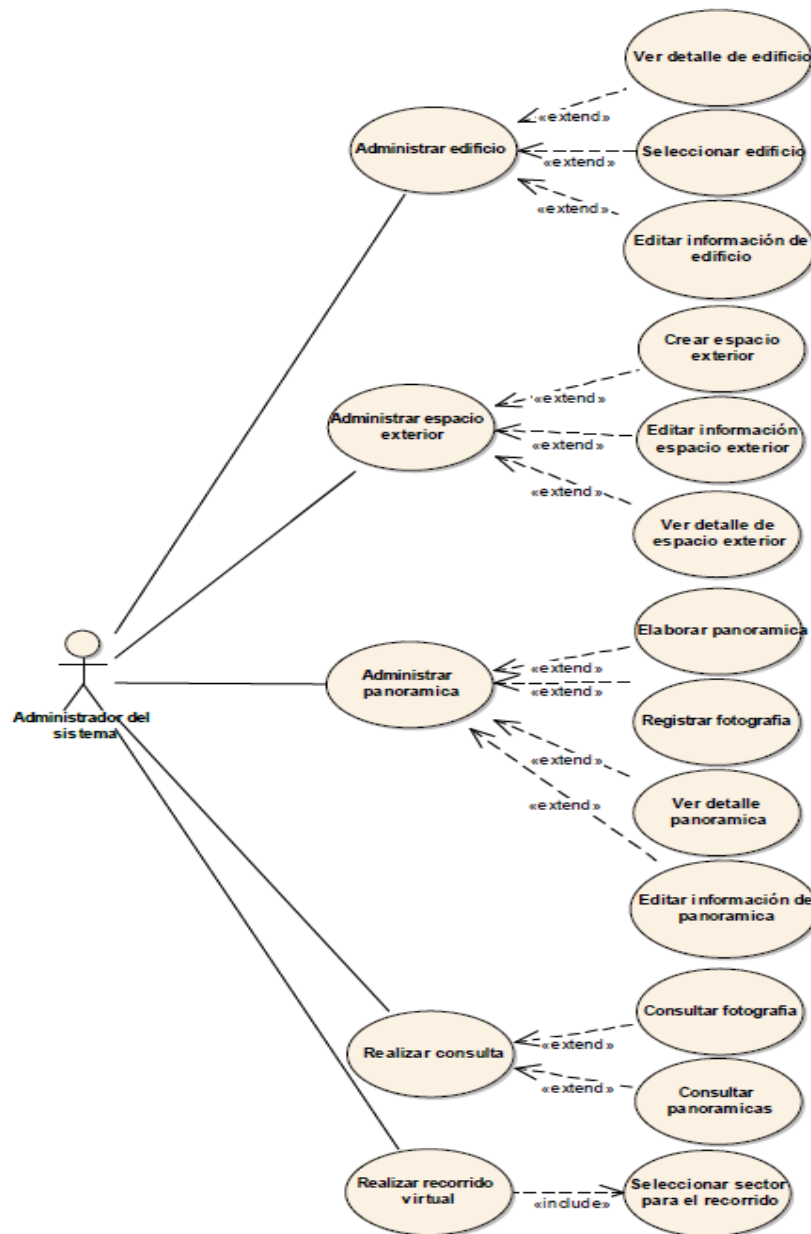
A continuación se realiza una descripción de los casos de uso generales por actor. Para ver el diagrama completo de los casos de uso del sistema ver el Anexo A.

Casos de uso por actor:

- Actor: Administrador del sistema.

Se identifican cinco casos de uso asociados al administrador del sistema. Véase Figura 11

Figura 11. Casos de uso Administrador del sistema



- Administrar edificio
- Administrar espacio exterior
- Administrar panorámica
- Realizar consulta
- Realizar recorrido virtual

Caso de uso: administrar edificio.

El sistema de información, permite al administrador ver el detalle de los edificios a los cuales se les ha asociado un sector y modificar la fecha de vigencia del mismo.

Figura 12. Caso de uso: administrar edificio

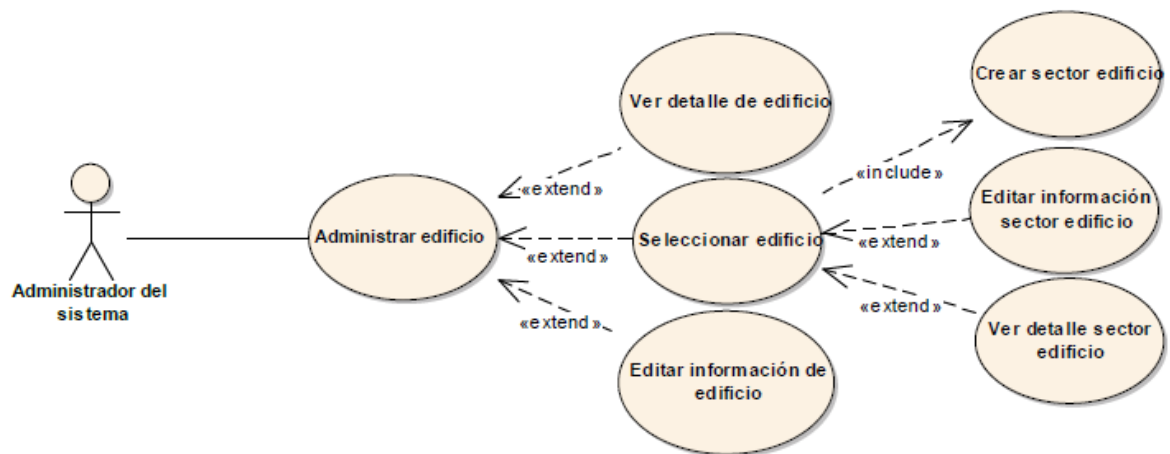


Tabla 4. Caso de uso: administrar edificio

CASO DE USO	ADMINISTRAR EDIFICIO	
Objetivo	Ver el detalle de los edificios y modificar la fecha de vigencia del mismo	
Actores	Administrador	
Pre condiciones	Validarse como administrados del sistema Crear el sector al cual se le va a asociar el edificio	
Post Condiciones	Notificación de éxito al momento de cambiar la vigencia del edificio	
Pasos	Acción del Actor	Respuesta del Sistema

	Ingresa al módulo administrar edificio del Sistema Tour Virtual	
		Presentación del menú en el que se listan las sedes de la universidad.
	Selecciona la sede requerida.	
		Presenta la opción de ver el detalle del edificio o modificar la vigencia del mismo.
	Escoge la opción que desea realizar, según las presentadas por el sistema	
		Se actualiza los registros en las bases de datos y muestra los cambios realizados en pantalla.
Variaciones	Ninguna	
Extensiones	Ninguna	

Caso de uso: administrar espacio exterior.

El sistema de información permite al administrador generar espacios exteriores, a los cuales, posteriormente se les asociara un sector, además de ver el detalle, editar y modificar vigencia de los espacios ya creados.

Figura 13. Caso de uso: administrar espacio exterior

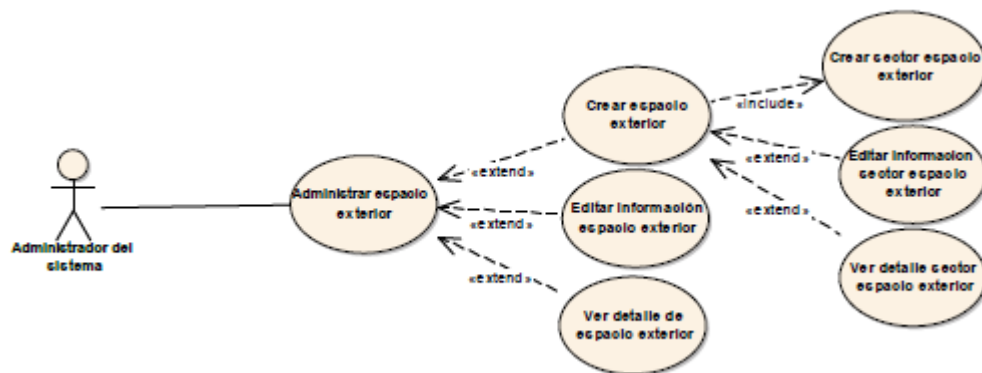


Tabla 5. Caso de uso: administrar espacio exterior

<b>CASO DE USO</b>	<b>ADMINISTRAR ESPACIO EXTERIOR</b>	
Objetivo	Generar espacios exteriores, ver el detalle, editar y modificar vigencia de los espacios.	
Actores	Administrador	
Pre condiciones	Validarse como administrador del sistema	
Post Condiciones	Notificación de éxito al momento de generar el espacio exterior	
Pasos	<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
	Ingresar al módulo administrar espacio exterior en el Sistema Tour Virtual	
		Presenta la opción de crear un espacio exterior, ver el detalle, editar y modificar vigencia de los espacios
	Escoge la opción que desea realizar, según las presentadas por el sistema	
		Se actualiza los registros en las bases de datos y muestras los cambios realizados en pantalla.
Variaciones	Ninguna	
Extensiones	Asociar el espacio exterior generado a un sector.	

Caso de uso: Administrar panorámica.

El sistema de información permite al administrador generar y almacenar panorámicas en la base de datos, además de ver el detalle, editarlas y eliminarlas.

]

Figura 14. Caso de uso: Administrar panorámica

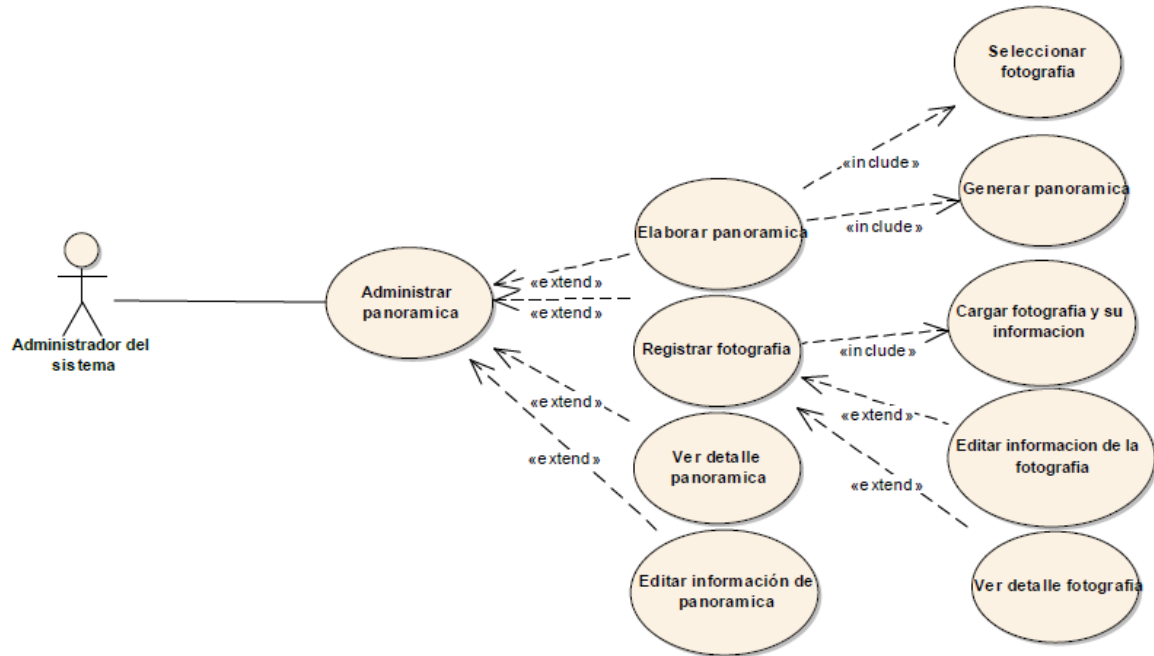


Tabla 6. Caso de uso: Administrar panorámica

CASO DE USO	ADMINISTRAR PANORÁMICA	
Objetivo	Generar y almacenar en la base de datos las panorámicas; además de ver el detalle, editar, eliminarlas.	
Actores	Administrador	
Pre condiciones	Validarse como administrados del sistema Tener en la base de datos las cantidad de fotografías que son requeridas para la generación de las panorámicas	
Post Condiciones	Visualización de la panorámica generada Notificación de éxito si se elimina, edita o genera una panorámica	
Pasos	Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	Ingresa al módulo administrar panorámica del Sistema Tour Virtual	
		Presentación del menú en el que se listan los criterios de selección del sector.

	Selecciono los criterios requeridos	
		Lista los sectores disponibles.
	Selecciona del listado el sector al cual se va a administrar	
		Presenta la opción de generar panorámica, ver el detalle, editar o eliminarlas.
	Escoge la opción que desea realizar, según las presentadas por el sistema	
		Se actualiza los registros en las bases de datos y muestras los cambios realizados en pantalla.
Variaciones	El sector no esté vigente o aun no haya sido creado Que no se cuente con las fotografías necesarias	
Extensiones	Modificar la vigencia de las fotografías que intervienen en la realización de la panorámica.	

Caso de uso: Realizar consultas.

El sistema de información permite al administrador consultar y ver detalle de las fotografías y panorámicas asociándolas a un sector.

Figura 15. Caso de uso: Realizar consultas

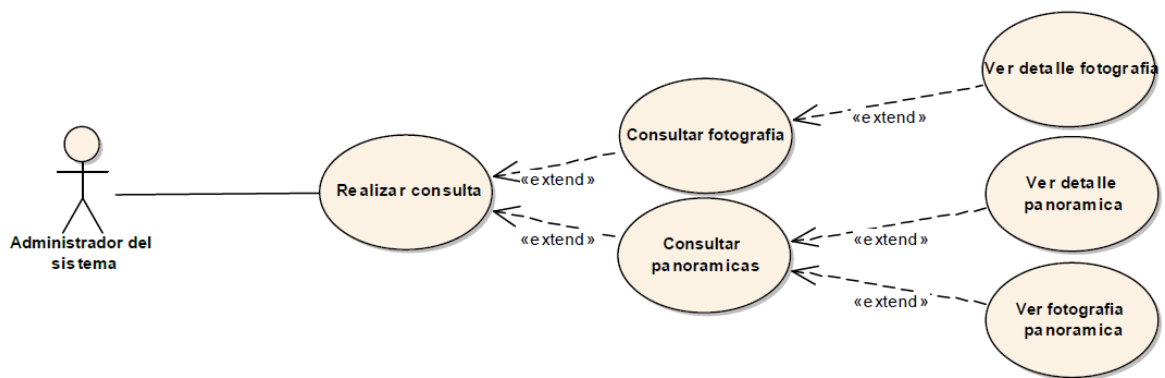


Tabla 7. Caso de uso: Realizar consultas

<b>CASO DE USO</b>	<b>REALIZAR CONSULTAS</b>	
Objetivo	Consultar y ver detalle de las fotografías y panorámicas.	
Actores	Administrador	
Pre condiciones	Que existan fotografías y panorámicas en las bases de datos	
Post Condiciones	Visualización del listado de imagen pertenecientes al sector consultado	
Pasos	<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
	Ingresar al módulo consultas del Sistema Tour Virtual	
		Presentación del menú en el que se listan los criterios de selección del sector.
	Selecciono los criterios requeridos	
		Lista los sectores disponibles.
	Selecciona del listado el sector al cual se va a consultar	
		Presenta la opción de ver detalle de las imágenes
	Escoge la opción que desea realizar, según las presentadas por el sistema	
	Muestran la imagen con los detalles asociados.	
Variaciones	Ninguna	
Extensiones	Ninguna	

Caso de uso: Recorrido Virtual.

El sistema de información permite al administrador desplazarse por las panorámicas previamente generadas y almacenadas.

Figura 16. Caso de uso: Recorrido Virtual

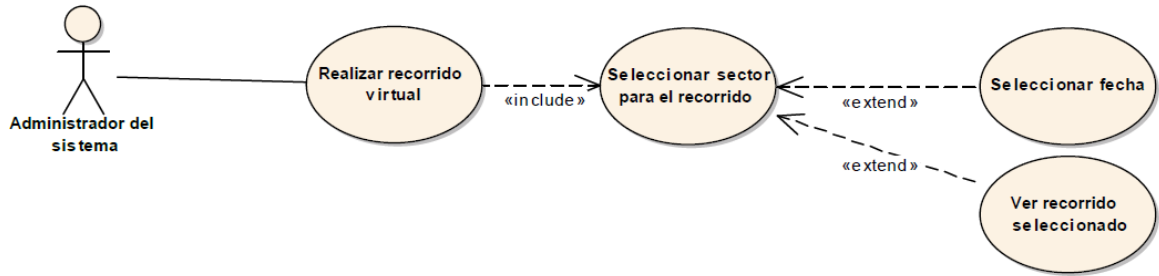


Tabla 8. Caso de uso: Recorrido Virtual

CASO DE USO	REALIZAR RECORRIDO VIRTUAL	
Objetivo	Permitir el desplazamiento entre las imágenes panorámicas	
Actores	Administrador	
Pre condiciones	Que existan panorámicas en las bases de datos Establecer la fecha de la cual se quiere conocer las panorámicas	
Post Condiciones	Desplazamiento entre panorámicas	
Pasos	Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	Ingresar al módulo visor panorámicas del Sistema Tour Virtual	
		Presentación del menú en el que se listan los criterios de selección de las panorámicas
	Selecciono los criterios requeridos	
		Lista las panorámicas vigentes
	Selecciona del listado la panorámica	
		Muestra las opciones de seleccionar la fecha, regresar o pasar a las siguientes panorámica.
Escoge la opción que desea realizar, según las presentadas		

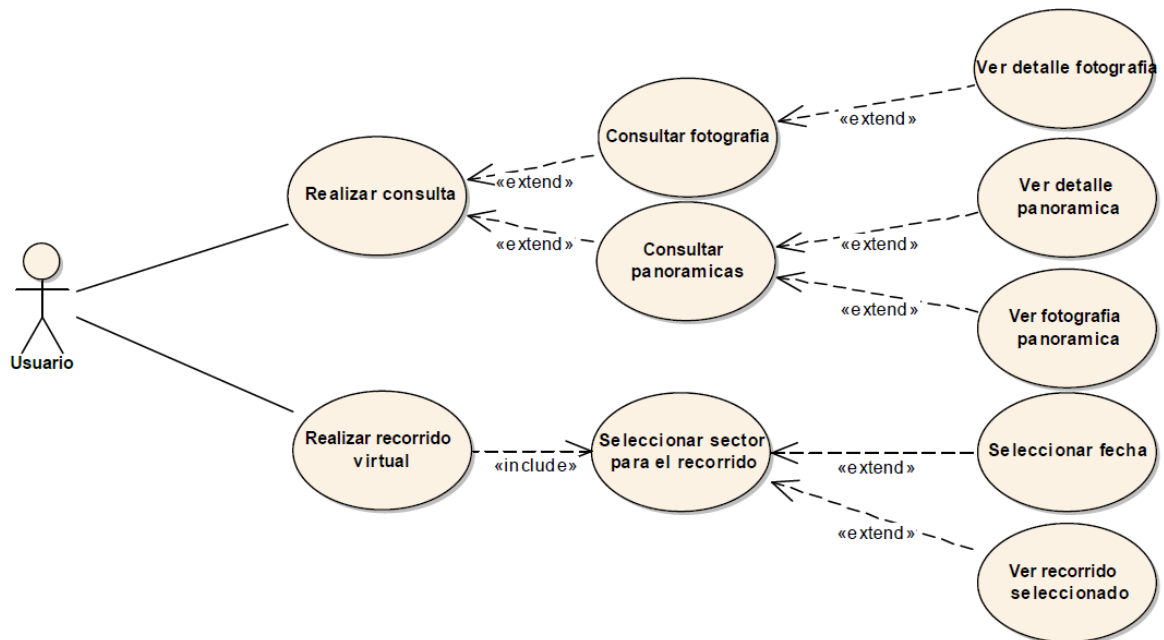
	por el sistema	
		Muestra la panorámica de forma interactiva
Variaciones	Que para la fecha seleccionada, no existan panorámicas relacionadas.	
Extensiones	Ninguna	

- Actor: Usuario.

Se identifican dos casos de uso asociados al usuario del sistema.

- Realizar consulta
- Realizar recorrido virtual

Figura 17. Casos de uso Usuario



Caso de uso: Realizar consultas.

El sistema de información permite al usuario consultar y ver detalle de las fotografías y panorámicas asociándolas a un sector.

Figura 18. Caso de uso: Realizar consultas

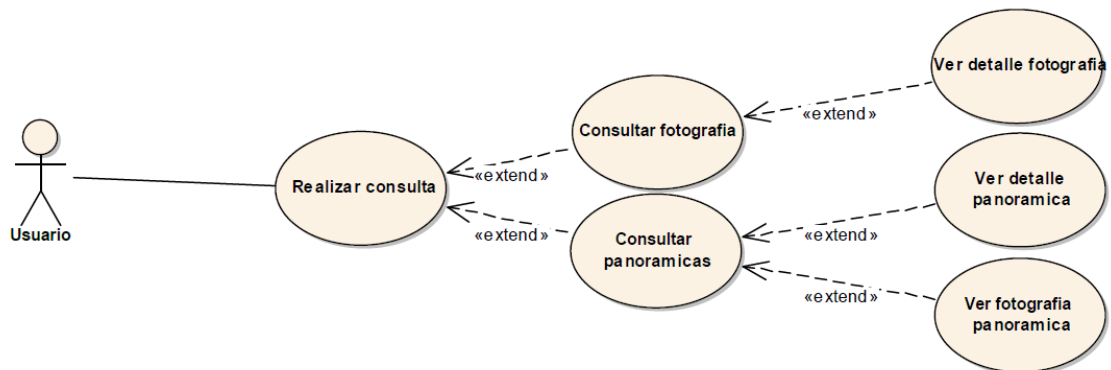


Tabla 9. Caso de uso: Realizar consultas

CASO DE USO	REALIZAR CONSULTAS	
Objetivo	Consultar y ver detalle de las fotografías y panorámicas.	
Actores	Usuario	
Pre condiciones	Que existan fotografías y panorámicas en las bases de datos	
Post Condiciones	Visualización del listado de imagen pertenecientes al sector consultado	
Pasos	Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	Ingresa al módulo consultas del Sistema Tour Virtual	
		Presentación del menú en el que se listan los criterios de selección del sector.
	Selecciono los criterios requeridos	
		Lista los sectores disponibles.
	Selecciona del listado el sector al cual se va a consultar	
		Presenta la opción de ver detalle de las imágenes

	Escoge la opción que desea realizar, según las presentadas por el sistema	
		Muestran la imagen con los detalles asociados.
Variaciones	Ninguna	
Extensiones	Ninguna	

Caso de uso: Recorrido Virtual.

El sistema de información permite al usuario desplazarse por las panorámicas previamente generadas y almacenadas.

Figura 19. Caso de uso: Recorrido Virtual

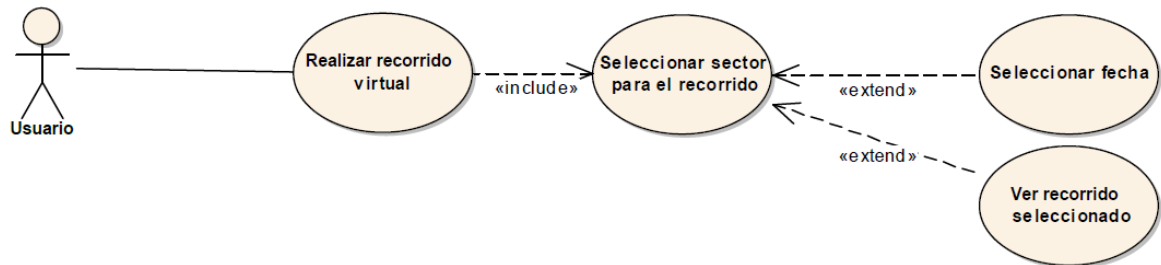
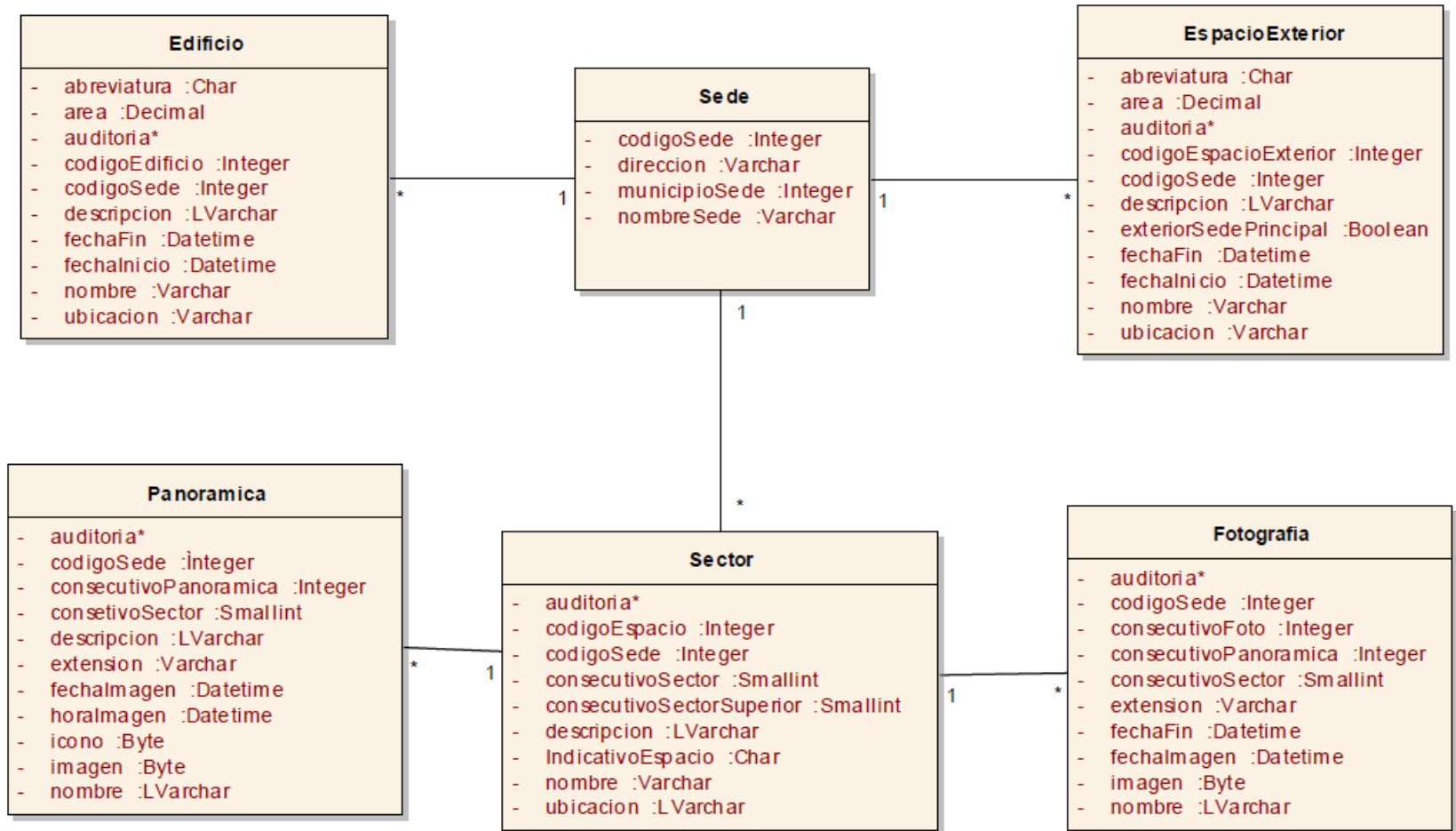


Tabla 10. Caso de uso: Recorrido Virtual

CASO DE USO	REALIZAR RECORRIDO VIRTUAL	
Objetivo	Permitir el desplazamiento entre las imágenes panorámicas	
Actores	Usuario	
Pre condiciones	Que existan panorámicas en las bases de datos Establecer la fecha de la cual se quiere conocer las panorámicas	
Post Condiciones	Desplazamiento entre panorámicas	
Pasos	Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	Ingresa al módulo visor panorámicas del Sistema Tour	

	Virtual	
		Presentación del menú en el que se listan los criterios de selección de las panorámicas
	Selecciono los criterios requeridos	
		Lista las panorámicas vigentes
	Selecciona del listado la panorámica	
		Muestra las opciones de seleccionar la fecha, regresar o pasar a las siguientes panorámica.
	Escoge la opción que desea realizar, según las presentadas por el sistema	
		Muestra la panorámica de forma interactiva
Variaciones	Que para la fecha seleccionada, no existan panorámicas relacionadas.	
Extensiones	Ninguna	

### 6.2.1.2 Diagrama de clases.



Clase sede: Esta clase contiene atributos que proporcionan una descripción de las sedes pertenecientes a la universidad.

Tabla 11. Detalles clase sede

Nombre	Tipo de datos	Descripción
codigoSede	Integer	Identificador a nivel de base de datos de la sede.
municipioSede	Integer	Identificador a nivel de base de datos del municipio al que pertenece la sede.
nombreSede	Varchar	Nombre que tiene adjudicada la sede.
direccion	Varchar	Ubicación en el que se encuentra la sede.
auditoria*	Auditoria	Campos de auditoria.

Clase edificio: Entidad donde se establecen las especificaciones de los edificios asociados a las sedes de la universidad.

Tabla 12. Detalles clase edificio

Nombre	Tipo de datos	Descripción
codigoEdificio	Integer	Identificador a nivel de base de datos del edificio.
codigoSede	Integer	Identificador a nivel de base de datos de la sede a la cual pertenece el edificio.
nombre	Varchar	Nombre que tiene adjudicado el edificio.
descripcion	LVarchar	Descripción de las características principales del edificio.
ubicacion	Varchar	Ubicación en el que se encuentra el edificio.

abreviatura	Char	Abreviatura del nombre que identifica el edificio.
area	Decimal	Superficie en metros cuadrados que ocupa el edificio.
fechaInicio	Datetime	Fecha en la que el edificio fue asociado a un sector.
fechaFin	Datetime	Fecha en la cual el edificio finaliza su vigencia.
auditoria*	Auditoria	Campos de auditoria.

Clase espacio exterior: Esta clase define los espacios exteriores creados y asociados a las diferentes sedes.

Tabla 13. Detalles clase espacio exterior

Nombre	Tipo de datos	Descripción
codigoEspacioExterior	Integer	Identificador a nivel de base de datos del espacio exterior.
codigoSede	Integer	Identificador a nivel de base de datos de la sede a la que pertenece el espacio exterior.
nombre	Varchar	Nombre que tiene adjudicado el espacio exterior.
descripcion	LVarchar	Descripción de las características principales del espacio exterior.
ubicacion	Varchar	Ubicación en el que se encuentra el espacio exterior.
abreviatura	Char	Abreviatura del nombre que identifica el espacio exterior.
area	Decimal	Superficie en metros cuadrados que ocupa el espacio exterior.
fechaInicio	Datetime	Fecha en la que el espacio exterior fue creado en la base de datos.

fechaFin	Datetime	Fecha en la cual el espacio exterior finaliza su vigencia.
exteriorSedePrincipal	Boolean	Identifica si el espacio pertenece a una de las fachadas generales de las sedes.
auditoria*	Auditoria	Campos de auditoria.

Clase sector: Esta clase proporcionan la descripción de los sectores y subsectores, en los que se han dividido las sedes, para posteriormente ser asociado a las panorámicas y fotografías.

Tabla 14. Detalles clase sector

Nombre	Tipo de datos	Descripción
codigoSede	Integer	Identificador a nivel de base de datos de la sede a la cual está asociado el sector.
consecutivoSector	Smallint	Identificador a nivel de base de datos del sector.
consecutivoSectorSuperior	Smallint	Identificador a nivel de base de datos del sector superior.
codigoEspacio	Integer	Identificador a nivel de base de datos del espacio llámese (Edificio o exterior).
indicativoEspacio	Char	Identificador a nivel de base de datos del espacio para determinar si es un Edificio o un espacio exterior.
nombre	Varchar	Nombre que tiene adjudicado el sector.
descripcion	LVarchar	Descripción de las características principales del sector.
ubicacion	Varchar	Ubicación en el que se encuentra el sector.
auditoria*	Auditoria	Campos de auditoria.

Clase fotografía: Esta entidad contiene atributos que proporcionan una descripción completa de las fotografías y su asociación al sector correspondiente.

Tabla 15. Detalles clase fotografía

Nombre	Tipo de datos	Descripción
codigoSede	Integer	Identificador a nivel de base de datos de la sede a la cual pertenece la fotografía.
consecutivoSector	Smallint	Identificador a nivel de base de datos del sector al que pertenece la fotografía.
consecutivofoto	Integer	Identificador a nivel de base de datos de la fotografía.
fechaImagen	Datetime	Fecha en que la fotografía fue almacenada.
extension	Varchar	Tipo de formato de la fotografía almacenada.
nombre	Varchar	Nombre que tiene adjudicada la panorámica.
imagen	Byte	Contiene la imagen panorámica generada.
consecutivoPanoramica	Integer	Identificador a nivel de base de datos de la panorámica de la cual hace parte la fotografía.
fechaFin	Datetime	Fecha en la cual la fotografía finaliza su vigencia.
auditoria*	Auditoria	Campos de auditoria.

Clase panorámica: Entidad donde se establecen las especificaciones de las panorámicas y la relación con el sector respectivo.

Tabla 16. Detalles clase panorámica

Nombre	Tipo de datos	Descripción
codigoSede	Integer	Identificador a nivel de base de datos de la sede a la cual está asociada la panorámica.
consecutivoSector	Smallint	Identificador a nivel de base de datos del sector al cual pertenece la panorámica.
fechaImagen	Datetime	Fecha en que la imagen panorámica fue generada.
horaImagen	Datetime	Hora en que la imagen panorámica fue generada.
consecutivoPanoramica	Integer	Identificador a nivel de base de la panorámica.
extension	Varchar	Tipo de formato de la panorámica almacenada.
nombre	Varchar	Nombre que tiene adjudicada la panorámica.
descripcion	LVarchar	Descripción de las características principales de la panorámica.
imagen	Byte	Contiene la imagen panorámica generada.
icono	Byte	Contiene la imagen panorámica generada con una resolución menor.
auditoria*	Auditoria	Campos de auditoria.

### 6.2.1.3 Diagrama de secuencia.

Figura 20. Diagrama de secuencia seleccionar edificio

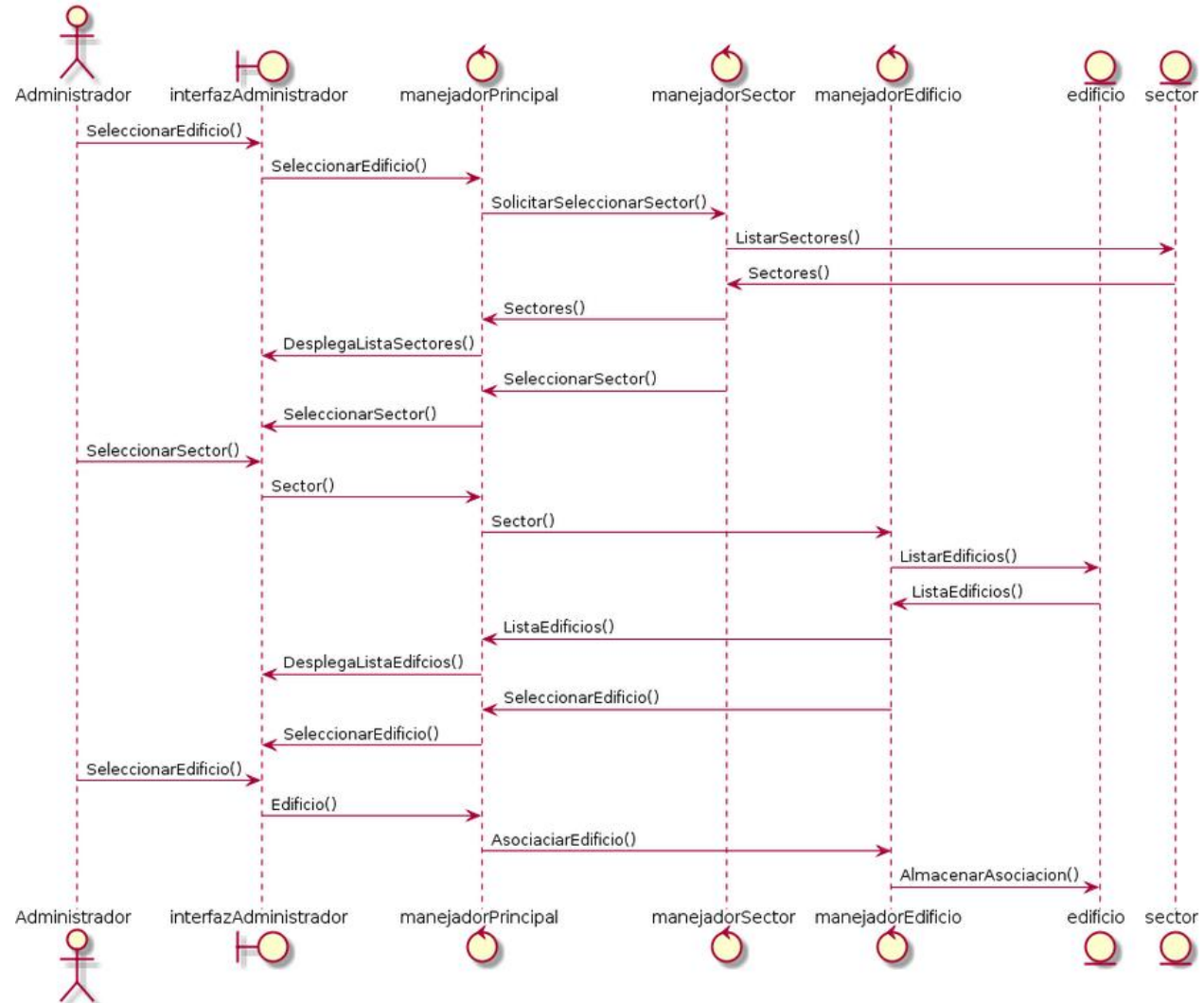


Figura 21. Diagrama de secuencia crear espacio exterior

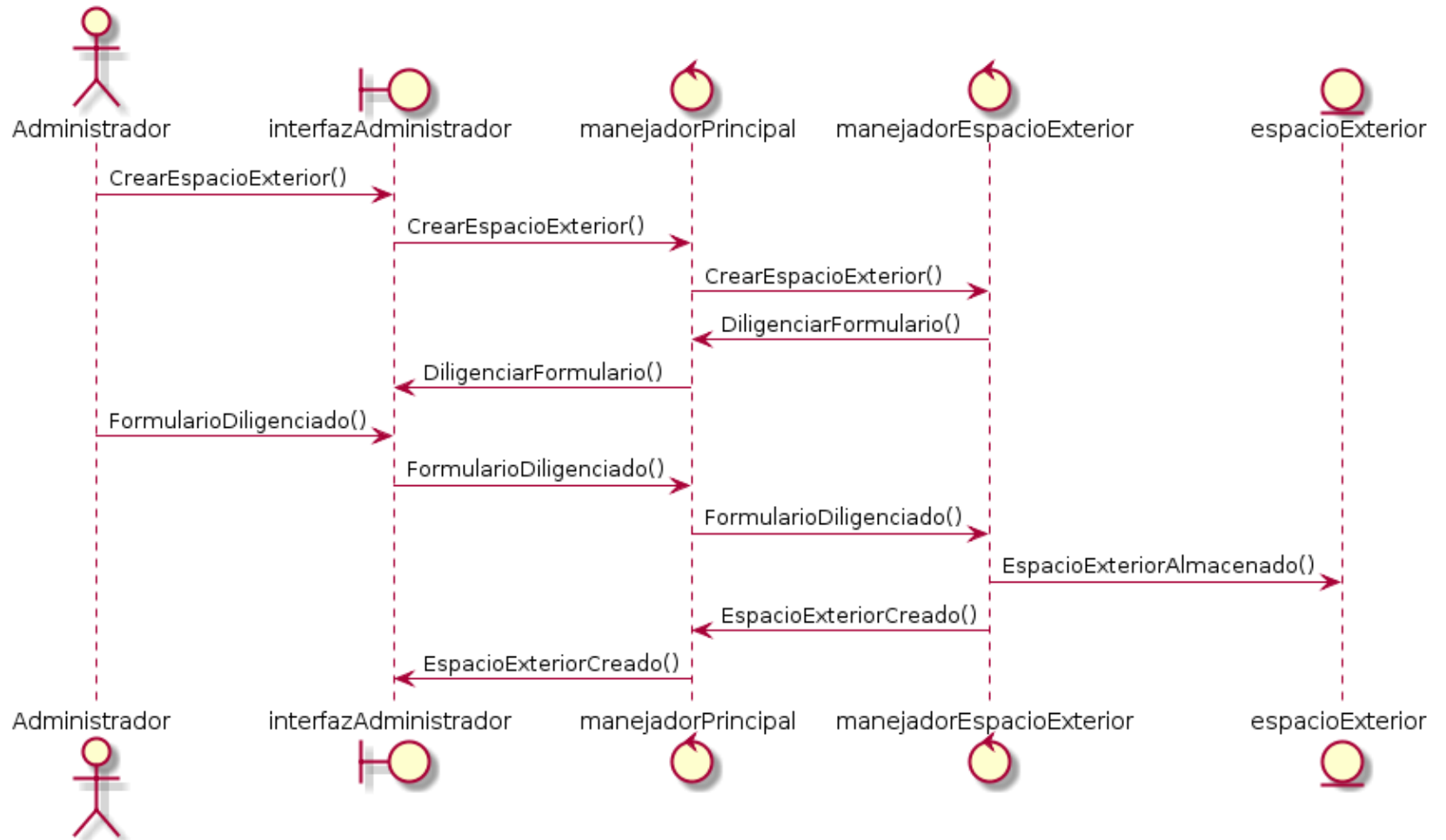


Figura 22. Diagrama de secuencia cargar fotografía

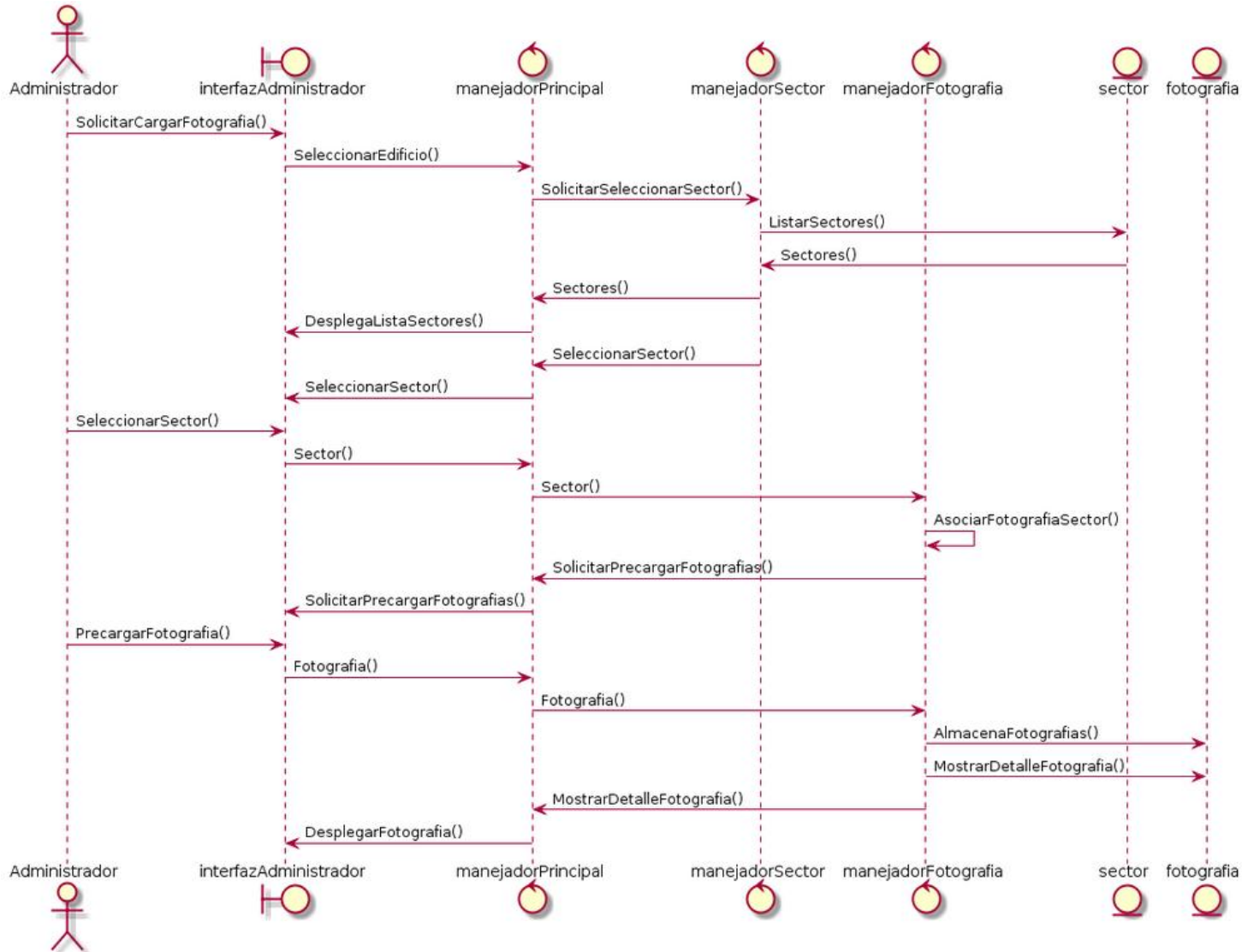


Figura 23. Diagrama de secuencia generar panorámica

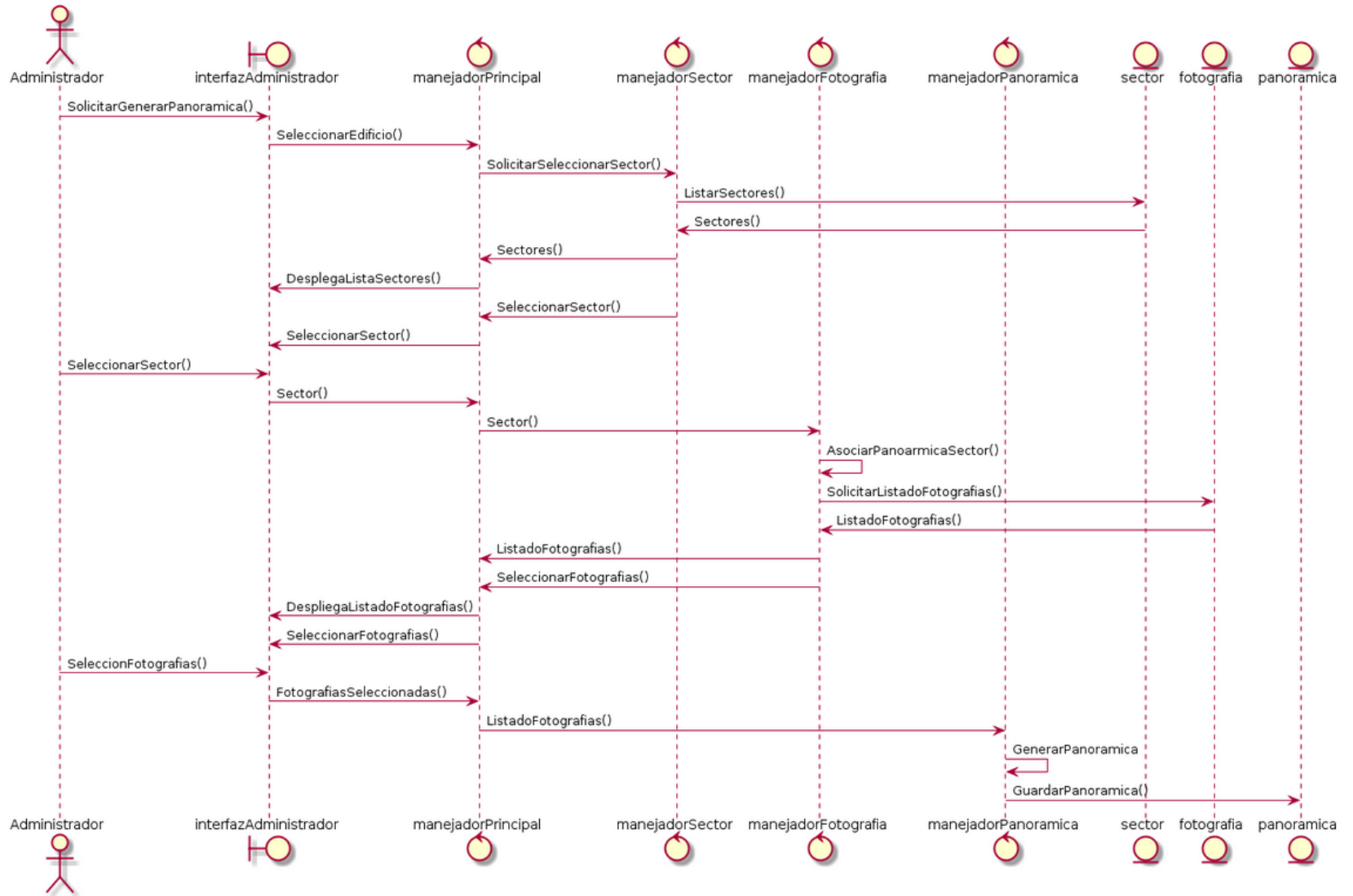
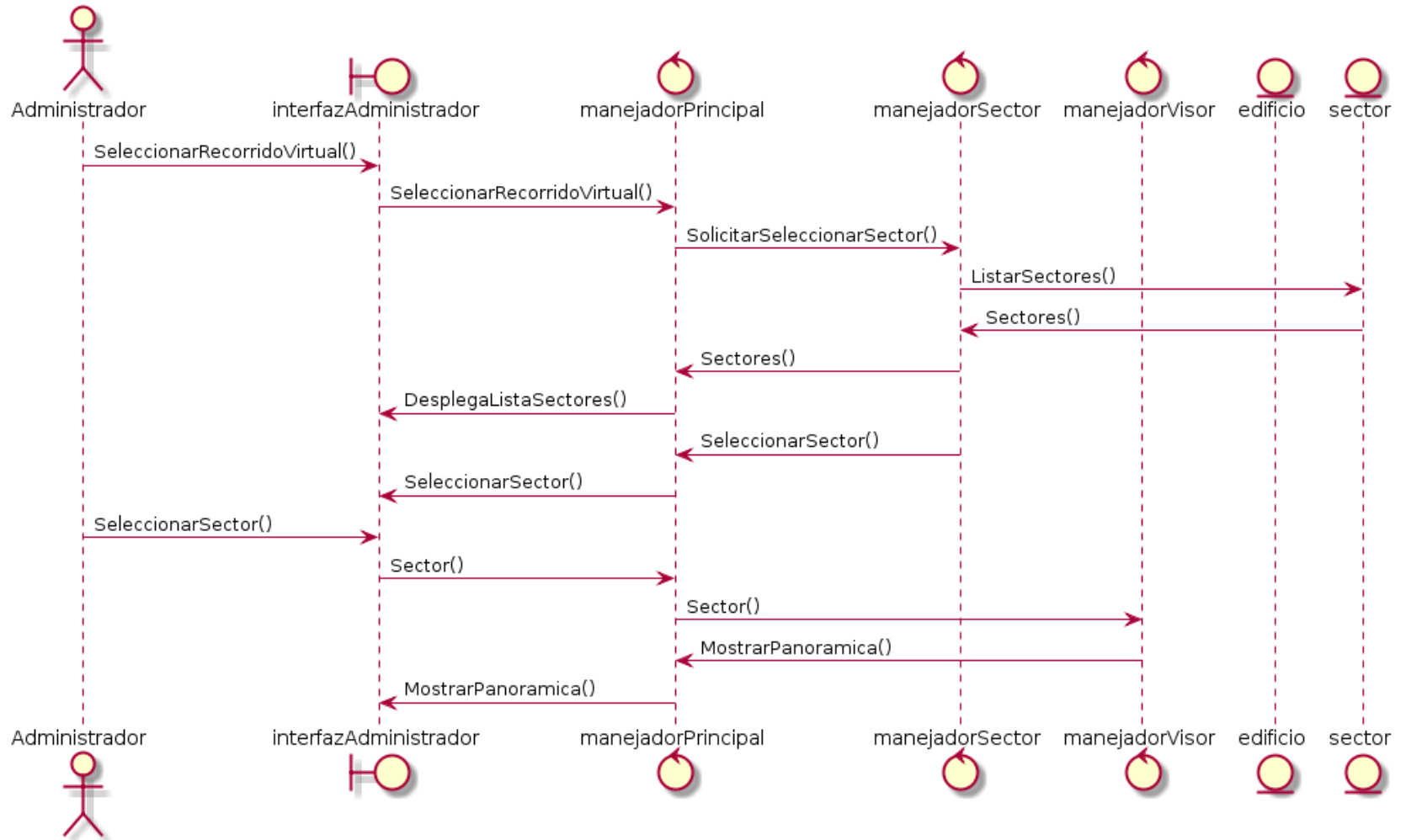
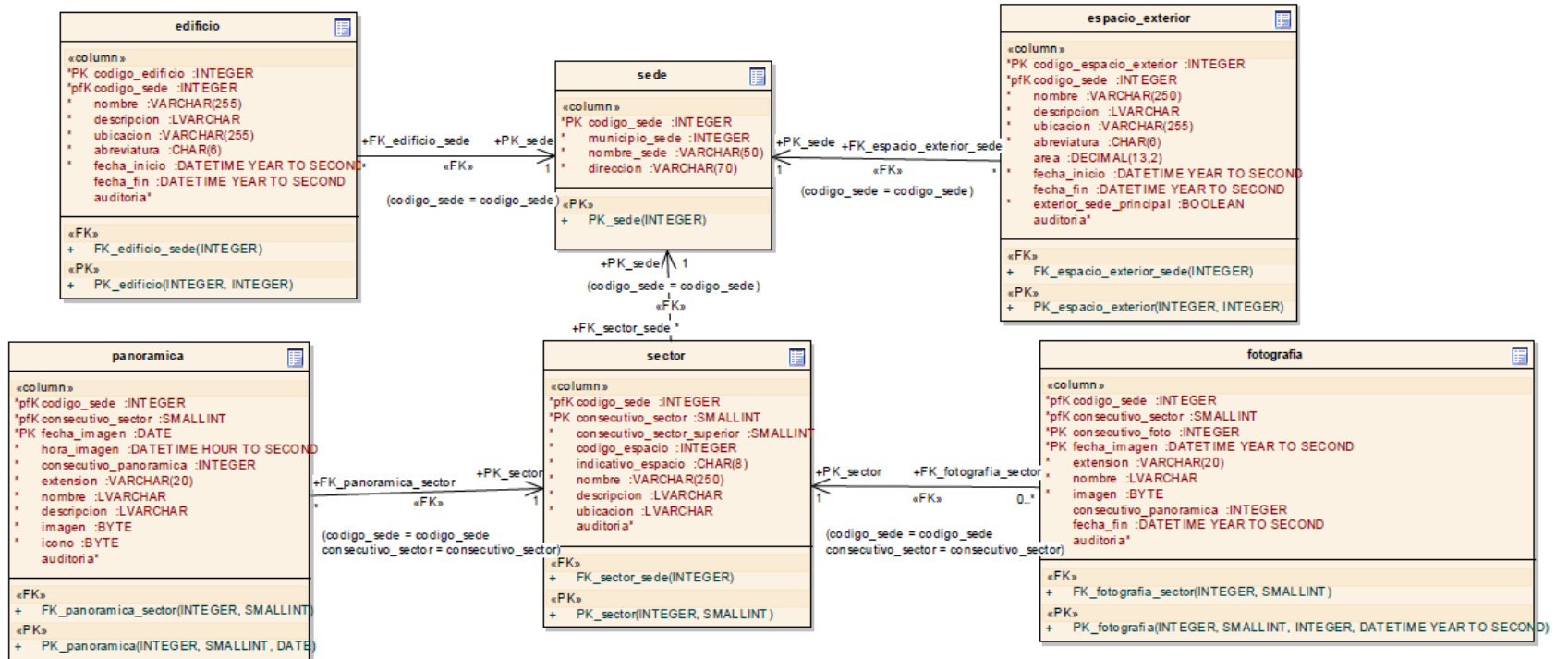


Figura 24. Diagrama de secuencia realizar recorrido virtual



## 6.2.2 Modelo Entidad-Relación.



A continuación, se describe cada tabla de la base de datos.

Tabla 17. Descripción tabla sede

<b>TABLA</b>	<b>Sede</b>
Descripción	Esta tabla contiene la información fundamental acerca de una sede, mediante la consulta a la base de datos de académico.
Campos	Llave primaria: codigo_sede:INTEGER

Tabla 18. Descripción tabla edificio

<b>TABLA</b>	<b>Edificio</b>
Descripción	Esta tabla almacena la información básica de un edificio. Se relaciona con la tabla sede de la cual trae parte de su llave primaria. Esta tabla cuenta con auditoria.
Campos	Llave primaria: codigo_edificio:INTEGER codigo_sede:INTEGER (Llave foránea de la tabla sede)

Tabla 19. Descripción tabla espacio exterior

<b>TABLA</b>	<b>espacio_exterior</b>
Descripción	Esta tabla almacena la información básica de un espacio exterior. Se relaciona con la tabla sede de la cual trae parte de su llave primaria. Esta tabla cuenta con auditoria.
Campos	Llave primaria: codigo_espacio_exterior:INTEGER codigo_sede:INTEGER (Llave foranea de la tabla sede)

Tabla 20. Descripción tabla sector

<b>TABLA</b>	<b>sector</b>
Descripción	Esta tabla almacena la información de los sectores en los que se subdividen las sedes de la universidad. Se relaciona con la tabla sede de la cual trae parte de su llave primaria. Esta tabla cuenta con auditoria.
Campos	Llave primaria: codigo_sede:INTEGER (Llave foránea de la tabla sede) consecutivo_sector:SMALLINT

Tabla 21. Descripción tabla panoramica

<b>TABLA</b>	<b>Panoramica</b>
Descripción	Esta tabla contiene la información concerniente a las panorámicas generadas en el sistema. Se relaciona con la tabla sector ya que de esta trae parte de su llave primaria. Esta tabla cuenta con auditoria.
Campos	Llave primaria: codigo_sede:INTEGER (Llave foránea de la tabla sector) consecutivo_sector:SMALLINT (Llave foránea de la tabla sector) fecha_imagen:Datetime

Tabla 22. Descripción tabla fotografia

<b>TABLA</b>	<b>fotografía</b>
Descripción	Esta tabla contiene la información concerniente a las fotografías cargadas por el sistema. Se relaciona con la tabla sector ya que de esta trae parte de su llave primaria. Esta tabla cuenta con auditoria.
Campos	Llave primaria: codigo_sede:INTEGER (Llave foránea de la tabla sector) consecutivo_sector:SMALLINT (Llave foránea de la tabla sector) consecutivo_foto:INTEGER fecha_imagen:DATETIME YEAR TO SECOND

A continuación, se describe la auditoría anteriormente mencionada en las tablas del modelo entidad relación:

Tabla 23. Descripción tabla auditoria

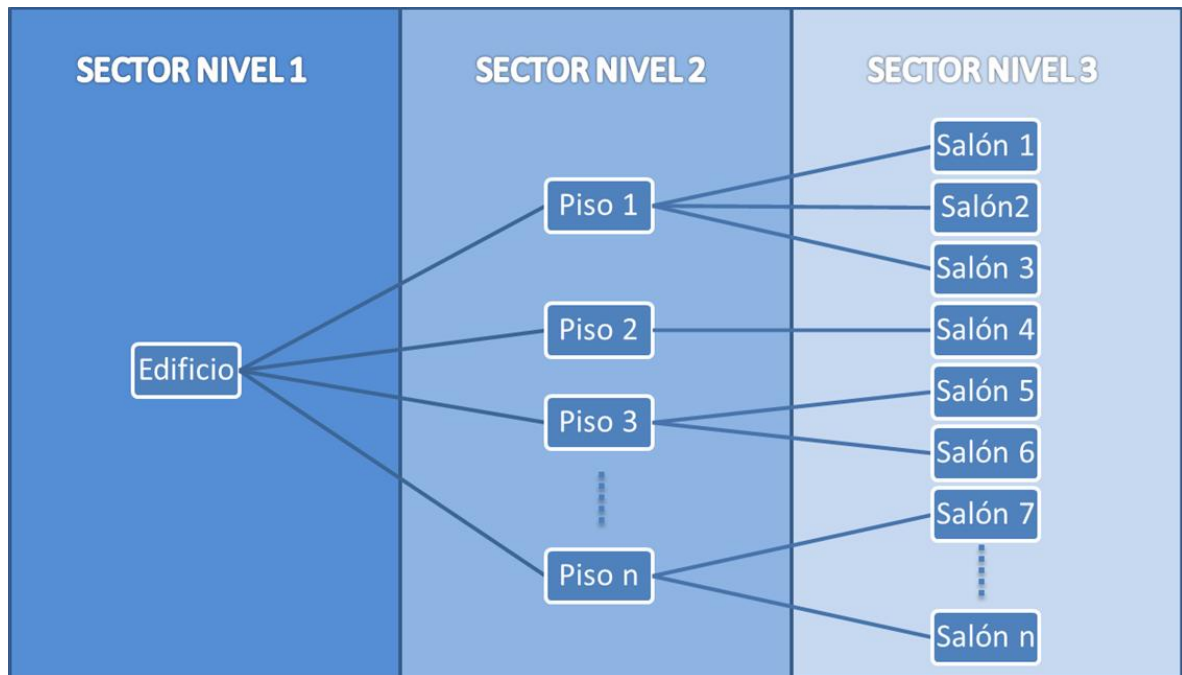
Nombre	Tipo de dato	Descripción
fecha_transaccion	DATE NOT NULL	Guarda la fecha en la que se genera la transacción.
hora_transaccion	DATETIME HOUR to FRACTION(5) NOT NULL	Almacena la hora en la que se genera la transacción.
tipo_transaccion	CHAR(1) NOT NULL	Contiene el tipo de transacción que se realizó.
identificacion	VARCHAR(20) NOT NULL	Guarda el número de identificación del usuario que realizo la transacción.
login	VARCHAR(30) NOT NULL	Almacena el nombre del usuario que realizo la transacción.
tipo_identificacion_usuario	SMALLINT NOT NULL	Contiene el código que indica que tipo de usuario realizó la transacción.
rol_asociado	VARCHAR(30) NOT NULL	Guarda el rol que desempeña en el sistema la persona que realizó la transacción.
direccion_ip_equipo	VARCHAR(20) NOT NULL	Contiene la dirección ip del equipo en el cual se realizó la transacción.
mac	VARCHAR(20) NOT NULL	Almacena la Mac del equipo desde el cual se realizó la transacción.

### 6.3 DESARROLLO DEL SISTEMA

Para el desarrollo del sistema, se optó por subdividir el espacio físico de las sedes pertenecientes a la universidad en edificios y espacios exteriores, los cuales se

dividen en sectores que comprenden diferentes niveles de detalle del espacio físico simulado por medio de las imágenes panorámicas. La Figura 25. Muestra un ejemplo de los sectores en el caso de un edificio.

Figura 25. Ejemplo sectorización edificio



Para el buen manejo de la sectorización se hizo necesario utilizar una estructura tipo árbol, que permitiera representar la relación jerárquica a partir del nodo raíz (Edificio o Espacio Exterior) en sentido vertical descendente, definiendo niveles (pisos, pasillos, salones entre otros). Este tipo de estructura permite una profundidad y amplitud tan grande como sea necesaria, facilitando el acceso desde la raíz a cualquier nodo del árbol desplazándose por las ramas y atravesando los sucesivos niveles, estableciendo así un camino que posteriormente facilite el recorrido virtual.

### 6.3.1 Prototipo inicial.

**6.3.1.1 Generalidades del prototipo inicial.** El prototipo inicial consistió en el desarrollo de la interfaz de administrador de los módulos Espacios exteriores, Sectores, Fotografías, Panorámicas. Dado que el recorrido virtual es la actividad principal que depende directamente de estos módulos para su funcionamiento.

**6.3.1.2 Interface Resultado del prototipo inicial.** La primera interfaz desarrollada fue el módulo de espacio exterior, que inicialmente permitió la creación de los espacios exteriores posteriormente utilizados en el recorrido virtual. A continuación en la Figura 26 se muestra la interfaz inicial del módulo espacio Exterior.

Figura 26. Prototipo inicial módulo espacio exterior

The screenshot shows a web interface titled "Tour Virtual" and "Administrar espacios exteriores". The main heading is "Crear espacio exterior". The form contains the following fields and controls:

- Sede:** A dropdown menu with "Seleccione.." as the selected option.
- Nombre sector:** A text input field.
- Descripción:** A large text area with a rich text editor toolbar below it containing icons for bold, italic, underline, text color, background color, bulleted list, and numbered list.
- Ubicación:** A text input field.
- Abreviatura:** A text input field.
- Área(m²):** A text input field.
- Fecha inicio:** A date picker control.
- Exterior sede principal:** Radio buttons for "Si" and "No".

At the bottom of the form are two buttons: "Guardar" and "Cancelar". Each field has a red asterisk and a question mark icon to its right, indicating required fields and help links.

El módulo de sectores fue la segunda interfaz desarrollada, la funcionalidad principal de este módulo es la creación de sectores. Para esto se implementó un criterio de búsqueda que permite ubicarse en los diferentes nodos y niveles en el que se quiere crear un nuevo sector. Véase la Figura 27.

Figura 27. Prototipo inicial módulo sectores

Tour Virtual  
Administrar sectores

Criterios búsqueda

Sede: BUCARAMANGA  
Tipo Espacio:  Edificio  Espacio Exterior  
Edificio: CENTIC  
Consultar

Sectores: CENTIC

Detalles generales

Sede: BUCARAMANGA  
Edificio: CENTIC  
Sector superior: CENTIC

Crear sector asociado

Nombre: [Rich Text Editor]  
Descripción: [Rich Text Editor]  
Ubicación: [Rich Text Editor]

Guardar Cancelar

El tercer desarrollo corresponde al módulo de Fotografías, para el cual se implementó el cargue de fotografías asociándolas al sector elegido, como se puede apreciar en la Figura 28.

Figura 28. Prototipo inicial módulo fotografías

Tour Virtual  
Administrar fotografías

Criterios búsqueda

Sede: BUCARAMANGA  
Tipo Espacio:  Edificio  Espacio Exterior  
Edificio: CENTIC  
Consultar

Sectores: CENTIC

Detalles generales

Sede: BUCARAMANGA  
Edificio: CENTIC  
Nombre sector: CENTIC

Agregar fotografía

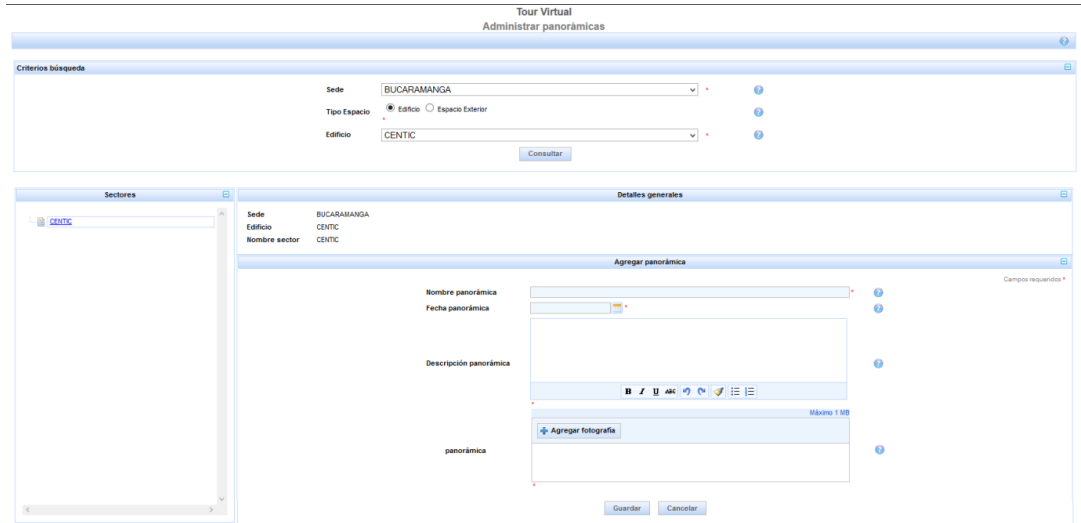
Nombre fotografía: [Text Field]  
Fecha fotografía: [Text Field]  
Fotografía: [File Upload Area] Máximo 1 MB

Cancelar

El siguiente módulo desarrollado fue Panorámicas, la implementación principal de este módulo consistió en almacenar panorámicas asociándolas a un sector

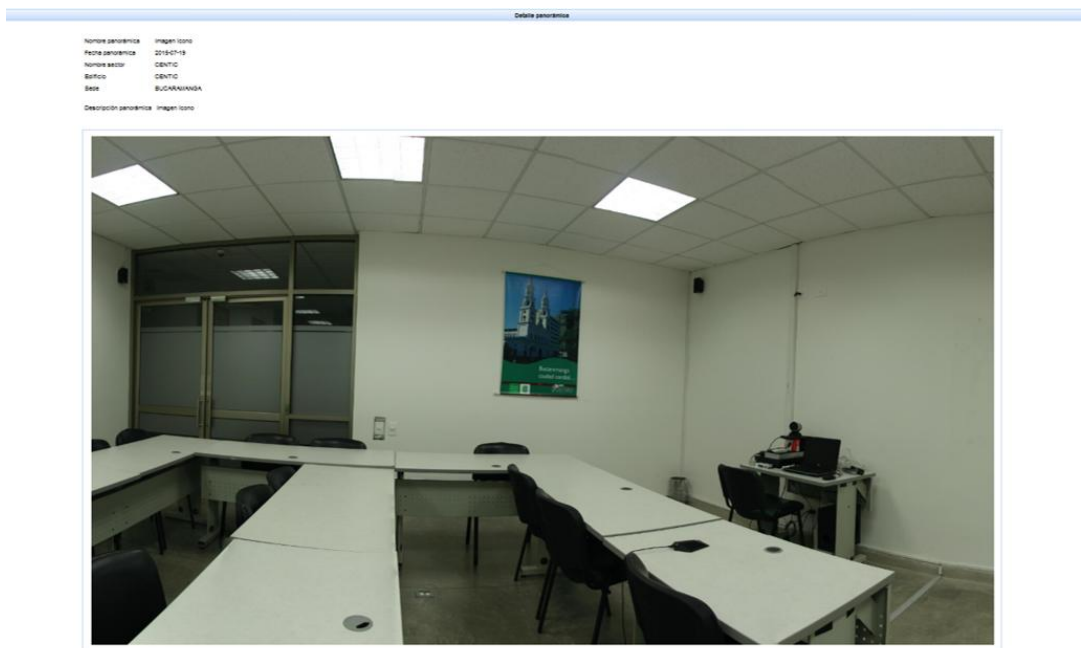
elegido, ver Figura 29. Estas imágenes panorámicas fueron creadas con el programa Hugin.

Figura 29. Prototipo inicial módulo panorámicas



Como último, se tiene el desarrollo del visor, que permite ver las imágenes panorámicas. Este visor se puede apreciar en la Figura 30.

Figura 30. Prototipo inicial módulo visor



### **6.3.2 Prototipo final.**

**6.3.2.1 Generalidades del prototipo final.** Este prototipo cumple a cabalidad con todos los objetivos estipulados en el plan del proyecto, incluyendo las políticas de seguridad instauradas por la División de Servicios de Información de la Universidad Industrial de Santander.

Los sistemas de información desarrollados en la DSI además de cumplir con los estándares de diseño y programación, también deben implementar la seguridad para administrar su acceso. El esquema de seguridad utilizado se describe ...en el numeral 6.3.3... .

A continuación se realiza una breve descripción acerca del proceso de implementación del sistema de seguridad. En el siguiente numeral se tratará el tema con más detalle.

Para que todos los programas desarrollados puedan implementar el sistema de seguridad, básicamente es necesario identificar los roles asociados a los usuarios potenciales del Sistema de Información Tour Virtual.

Una vez establecidos los roles se procede a establecer los permisos y menús de cada rol, tareas que posteriormente debe realizar el administrador del sistema de seguridad.

Cuando la información descrita en el párrafo anterior se encuentra registrada en la base de datos del sistema de seguridad se procede a configurar la aplicación Tour Virtual con el fin de adaptarla al esquema de seguridad definido específicamente para dicha aplicación.

Para el sistema de Tour Virtual de la Universidad Industrial de Santander existen dos roles principales:

- Administrador del sistema: el administrador es la persona autorizada por la División de Servicios de Información para el manejo del sistema.
- Usuario: persona de la comunidad en general que desee hacer uso del sistema.

### **6.3.2.2 Módulos del prototipo final**

El prototipo final contempla los siguientes módulos:

- Espacios exteriores
- Sectores
- Edificios
- Fotografías
- Panorámicas
- Visor
- Consultas
- Manuales
- Auditorias

El administrador del sistema, tendrá acceso a todos los módulos anteriormente mencionados, mientras que al usuario sólo se le permitirá el ingreso al módulo de Consultas y Visor. A continuación se mencionaran las funcionalidades finales de cada módulo.

Figura 31. Prototipo final módulo administrar espacio exterior

Tour Virtual  
Administrar espacios exteriores

Se ha modificado satisfactoriamente el registro

Campos requeridos \*

Crear espacio exterior

Sede:

Nombre sector:

Descripción: 

B I U A L E

Ubicación:

Abreviatura:

Área(m<sup>2</sup>):

Fecha inicio:

Exterior sede principal:  sí  no

Espacios exteriores					
Nombre s	Sede s	Abreviatura	Fecha inicio	Fecha fin	Acción
Cafetería central	BUICARAMANGA	CF	mar13/2015		
Lago	BUICARAMANGA	Lago	mar20/2015		
La gaitera	SOCORRO	LG	jul07/2015		
Espacio fotografía general	BUICARAMANGA	abrevi	jul18/2015		
Espacio fotografía general	SOCORRO	abrevi	jul18/2015		

Total registros: 5

Módulo Espacio exterior: este módulo permite la creación de los espacios exteriores que posteriormente serán utilizados en el recorrido virtual, la modificación de su información, y la finalización de su vigencia para cuando este ya no requiera ser utilizado en el visor. En la Figura 31 se muestra la interfaz final del módulo Espacio exterior.

Módulo sector: la funcionalidad principal de este módulo es la creación de sectores. Para esto se utiliza un criterio de búsqueda que permite ubicarse en los diferentes nodos y niveles en el que se quiere crear un nuevo sector que corresponda a un edificio o un espacio exterior, modificar su información o eliminarlo de ser necesario. Véase la Figura 32

Figura 32. Prototipo final módulo administrar sectores

Tour Virtual  
Administrar sectores

Criterios búsqueda

Sede: BUCARAMANGA

Tipo Espacio:  Edificio  Espacio Exterior

Edificio: CENTIC

Consultar

Sectores

- CENTIC
  - Primer piso CENTIC
  - Segundo piso CENTIC
  - Tercer piso CENTIC
  - Cuarto piso CENTIC
    - Auditorio Alberto Elias Hernández Durán

Detalles generales

Sede: BUCARAMANGA  
Edificio: CENTIC  
Sector superior: Cuarto piso CENTIC

Crear sector asociado

Nombre:

Descripción:

Ubicación:

Guardar Cancelar

Módulo Edificio: la funcionalidad de este módulo es detallar la información concerniente al edificio y finalizar la vigencia del mismo si ya no se requiere para el recorrido virtual. Véase la Figura 33.

Figura 33. Prototipo final módulo administrar edificio

Tour Virtual  
Administrar edificios

Editar edificio

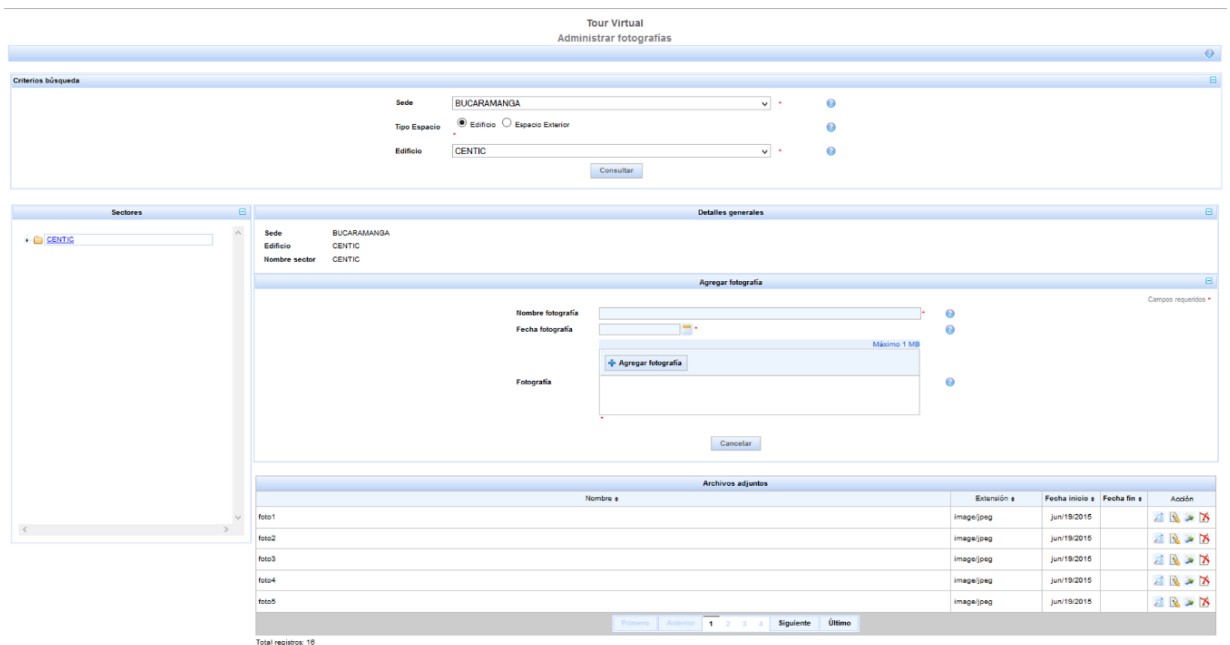
Sede: BUCARAMANGA

Nombre	Abreviatura	Fecha inicio	Fecha fin	Acción
INGENIERIA INDUSTRIAL	II	abr/14/2015	jul/23/2015	
BIBLIOTECA	BIB	mar/10/2015		
ADMINISTRACION	ADMION	mar/20/2015		
SEDE QUATUQUARA: EDIFICIO ADMINISTRACION Y LABORATORIOS	QUA	jun/10/2015		
CENTIC	CENTIC	jul/24/2015		
LA PERLA	PER	jun/27/2015		

Total registros: 6

Módulo de fotografías: contempla el cargue de fotografías asociadas a un sector previamente seleccionado. Este módulo permite ver en detalle la información acerca de la fotografía almacenada, modificarla y finalizar su vigencia. Véase Figura 34.

Figura 34. Prototipo final módulo administrar fotografía



Módulo de panorámicas: la función de este módulo es generar las panorámicas a través de un Batch que de forma automática carga las fotografías asociadas al sector al cual pertenecerá la panorámica y que son necesarias para su creación; este Batch ejecuta la herramienta Hugin que se encarga de generar una panorámica de forma cilíndrica, que posteriormente será utilizada en el recorrido virtual, ver Figura 36. Además este módulo permite: Modificación de vigencia de las fotografías que se utilizan en la generación de la panorámica. Ver Figura 35.

- Ver el detalle de la imagen panorámica almacenada.
- Modificar la información de la panorámica.
- Eliminar la panorámica.

Figura 35. Prototipo final módulo Administrar panorámicas

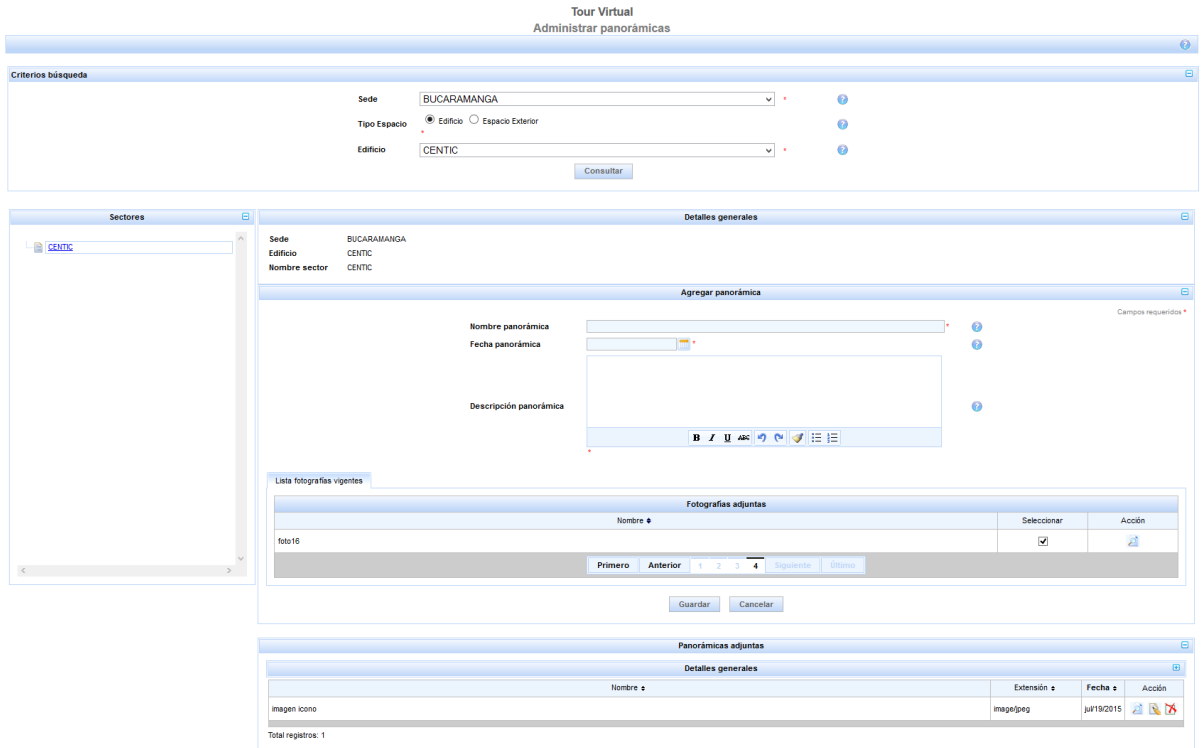
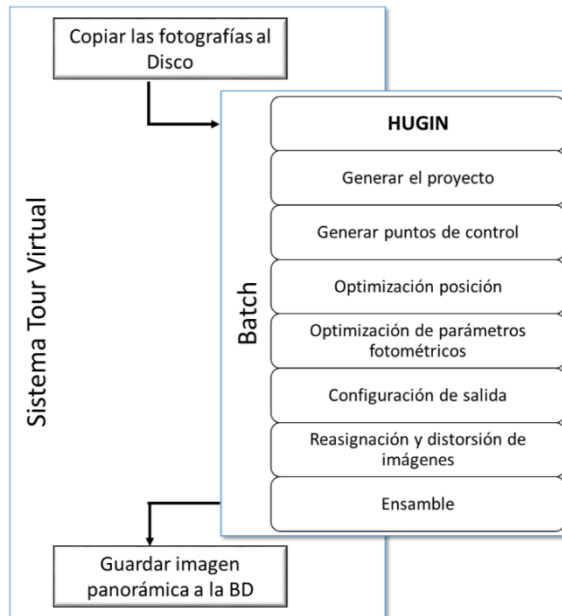
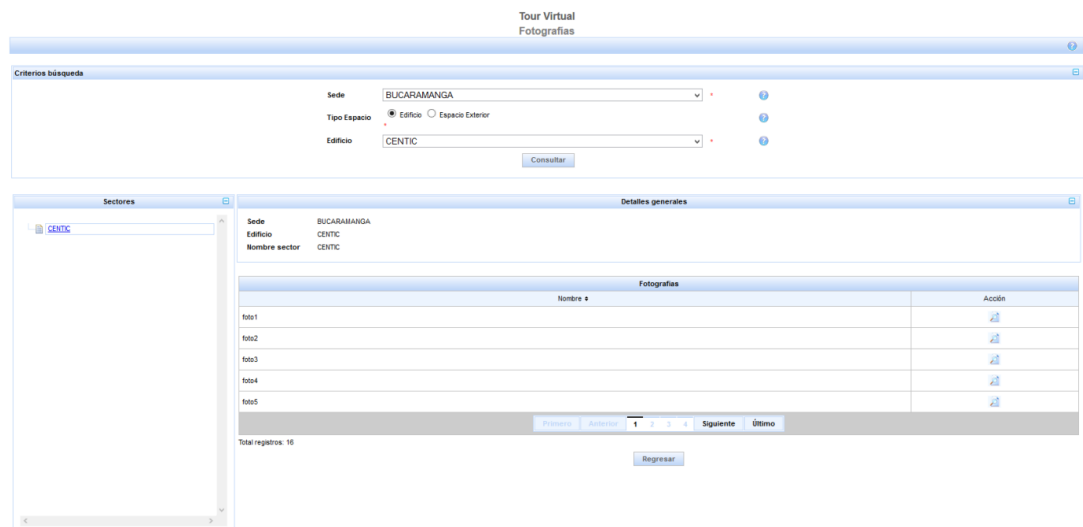


Figura 36. Batch Hugin



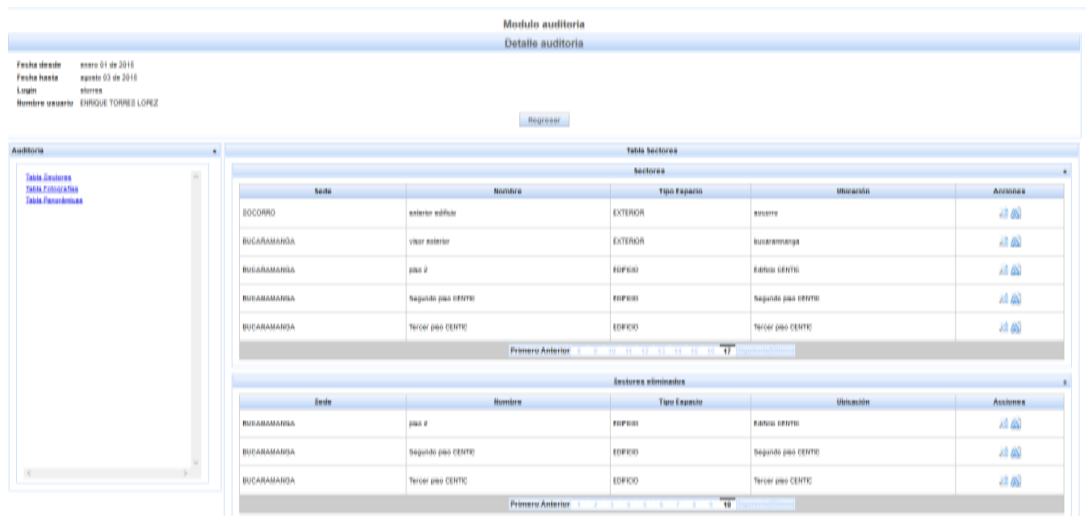
Módulo Consultas: Permite apreciar por sectores las fotografías y las panorámicas asociadas, además de ver el detalle de la imagen, junto con la información correspondiente. Véase Figura 37.

Figura 37. Prototipo final módulo consultas



Módulo Auditoría: Contiene información acerca de las transacciones efectuadas en el sistema. Véase Figura 38.

Figura 38. Prototipo final módulo consultas



Módulo Manuales: permite descargar un manual que contiene la información acerca de la forma como se deben tomar las fotografías, que posteriormente generarán la panorámica.

Módulo Visor: el visor permite ver las imágenes panorámicas de forma interactiva y desplazarse de forma secuencial entre ellas. . Este visor se puede apreciar en la Figura 39.

Figura 39. Prototipo final módulo Visor



**6.3.3 Proyecto enmarcado en el sistema de seguridad UIS.** Para este proyecto se utiliza el esquema de seguridad definido por la División de Servicios de Información para los diferentes sistemas de información que apoyan la gestión de la Universidad Industrial de Santander, el cual está basado en la estructura de roles – usuarios.

Los roles se establecen en cada una de las unidades académico administrativas, UAA, responsables de cada sistema, de acuerdo a las actividades que realizan. A cada uno de los roles definidos se le asocian los usuarios de acuerdo a las funciones que desempeñen.

**6.3.3.1 Estructura de la base de datos soporte.** La base de datos que soporta el esquema de seguridad contempla básicamente las siguientes tablas:

**Sistema:** Contiene información de los sistemas de información de la universidad. Para cada sistema se especifica: Nombre, descripción del sistema, fecha y hora de creación en la base de datos, fecha y hora de inicio de vigencia del sistema, fecha y hora de cierre de vigencia del sistema.

**Rol:** contiene información de los diferentes roles definidos para cada sistema de información, como: Nombre asignado al rol, descripción del rol, fecha y hora de creación, fecha y hora de inicio de vigencia del rol, fecha y hora de cierre de vigencia del rol.

**Usuario:** Contiene información de los posibles usuarios de los sistemas de información. Entre esta información está: tipo y número de documento de identidad del usuario, fecha y hora de creación del usuario, fecha y hora de inicio de vigencia del usuario, fecha y hora de cierre de vigencia del usuario.

**Sistema–rol:** Contiene los roles definidos para cada uno de los sistemas de información, indicando: rol, sistema, fecha y hora de creación del rol – sistema, fecha y hora de inicio de vigencia del rol en el sistema, fecha y hora de cierre de vigencia del rol en el sistema.

Rol–usuario: Contempla los usuarios asociados a cada uno de los roles definidos, considerando: Rol, usuario, fecha y hora de creación del rol – usuario, fecha y hora de inicio de vigencia del usuario en el rol, fecha y hora de cierre de vigencia del usuario en el rol.

Menú–rol–sistema: Contiene los menús asociados a los roles en los distintos sistema de información, contemplando: Sistema de información, nombre del menú, descripción del menú, fecha y hora de creación del menú, fecha y hora de inicio de vigencia del menú asociado al rol, fecha y hora de cierre de vigencia del menú asociado al rol.

Opción–menú–rol: Contempla las opciones definidas para cada una de los posibles menús establecidos para cada sistema de información. Contiene: Nombre de la opción, descripción de la opción, nombre del menú superior, nombre del menú que contiene la opción, nombre del programa a ejecutar cuando la opción es la de más bajo nivel, fecha y hora de creación de la opción del menú, fecha y hora de inicio de vigencia de la opción, fecha y hora de cierre de la opción.

Tabla–sistema: Contiene información de las tablas que conforman la base de datos que soporta cada uno de los sistemas de información. Considera: Sistema de información, nombre de la tabla, descripción de la tabla.

Tipo–permiso: Establece para cada tabla de un sistema de información, los roles que tienen permisos para incluir registros, para modificar registros o para eliminar registros en ella. Contiene: Sistema de información, nombre de la tabla, clase de permiso (inclusión, modificación, eliminación de registros), fecha y hora de creación del permiso, fecha y hora de inicio de vigencia del permiso, fecha y hora de fin de vigencia del permiso.

Acceso–tabla: Define para las tablas de un sistema de información si un rol tiene permiso sobre toda la información de la tabla o sobre una parte de esta. Considera: Sistema, nombre de la tabla, clase de acceso (total, parcial), fecha y hora de creación del permiso, fecha y hora de inicio de vigencia del permiso, fecha y hora de fin de vigencia del permiso.

Atributo–tabla: Establece los atributos sobre los cuales se debe controlar el acceso a una tabla, cuando a un rol se le concede permiso para hacer uso parcial de la información existente en una tabla. Contiene: Sistema de información, nombre de la tabla, nombre del atributo sobre el cual se controla el acceso a la tabla, descripción del atributo, fecha y hora de creación del atributo, fecha y hora de inicio de vigencia del atributo, fecha y hora de fin de vigencia del atributo.

Valor–atributo-proceso: Contiene los valores que deben tener los atributos definidos en cada tabla en la tabla atributo – tabla que permiten el acceso a la información asociada a estos valores. Específica: Sistema de información, nombre de la tabla, nombre del atributo, valor del atributo, descripción, fecha y hora de creación del valor del atributo, fecha y hora de inicio de vigencia del valor del atributo, fecha y hora de fin de vigencia del valor del atributo.

Acceso-sistema: Contempla el histórico de acceso que un usuario ha realizado a un sistema, identificando las opciones que ha seleccionado. Contiene: Login de usuario, rol, identificación de la sesión, sistema, opción seleccionada, fecha y hora de ingreso, fecha y hora de salida.

**6.3.3.2 Entorno de navegación.** Para cada sistema de información, la Unidad Academico-Administrativa (UAA) responsable define los roles necesarios para el adecuado uso del sistema de información de acuerdo a las funciones que realice y establece los usuarios asociados a cada uno de ellos.

Para cada rol se define el menú de inicio, el cual le permite a cada usuario que hace parte de este rol, empezar la navegación por las distintas opciones que le ofrece el sistema, hasta llegar al nivel más bajo en el cual se ejecuta el proceso que soporta la actividad que desea realizar.

Este entorno está soportado por las siguientes tablas de las base de datos del esquema de seguridad: Rol, usuario, sistema, sistema-rol, usuario-rol, menú-rol, opción-menú rol, descritas en “ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS SOPORTE”.

**6.3.3.3 Entorno de control de datos auditoria.** Para los roles definidos en cada uno de los sistemas de información se especifican las tablas a las cuales puede acceder, el tipo de transacción que puede realizar sobre estas tablas (inclusión, modificación o eliminación de registros), si tiene acceso total o parcial a la información que contiene la tabla.

Para el acceso a la información de la tabla de manera parcial, se debe establecer el atributo o atributos seleccionados, los valores que estos atributos deben tener para autorizar el acceso solicitado.

Este entorno está soportado por las siguientes tablas de las base de datos del esquema de seguridad: Rol, usuario, sistema, sistema-rol, usuario-rol, tabla-sistema, tipo-permiso, acceso-tabla, atributo-tabla, valor atributo proceso, descritas en “ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS SOPORTE”.

**6.3.3.4 Auditoria.** Todas las tablas que conforman la base de datos soporte del esquema de seguridad tienen el historial de las transacciones realizadas sobre cada una de ellas.

El historial de las transacciones de cada tabla contiene información de los registros incluidos en la tabla, de los registros modificados y de los registros eliminados. Adicionalmente, en cada transacción se especifica: Fecha de la transacción, hora de la transacción, tipo de transacción (I/U/D), tipo y número de documento de identidad del usuario que realizó la transacción, login, rol asociado, dirección IP y MAC del equipo desde el cual llevó a cabo la transacción.

## 7 CONCLUSIONES

- La universidad contará con una herramienta que facilite la generación de panorámicas cilíndricas a partir de fotografías individuales, que permiten mediante un tour virtual simular los diferentes espacios físicos del campus universitario, facilitando al usuario el recorrido por la infraestructura física que compone a las sedes de la universidad.
- La herramienta denominada Tour Virtual, contribuye a la solución del problema sobre la falta de mecanismos de difusión de la infraestructura física del campus universitario, pues por su orientación hacia la web está al alcance de todos los interesados en las diferentes sedes de la Universidad Industrial de Santander.
- El diseño de esta herramienta, permite su escalabilidad y flexibilidad, de tal forma que pueda adaptarse dinámicamente a los cambios que se presenten en la infraestructura física de la universidad. Entre estos cambios se puede considerar la construcción de nuevos edificios o espacios exteriores, así como la modificación o destrucción del mismo.
- La persona encargada de administrar el sistema, debe garantizar, la adecuada distribución de los sectores que representan los espacios físicos de la universidad y la profundidad de detalle a la que se quiera llegar en cada uno de ellos, para que de esta manera el recorrido virtual realizado por los usuarios, tenga una real secuencia lógica y cuente con todos los edificios y espacios exteriores que el campus contiene.
- La cámara fotográfica utilizada y la toma adecuada de las fotografías, es fundamental para garantizar una buena calidad de las imágenes panorámicas,

para que al momento de ser vistas por el usuario en el recorrido, sean apreciadas en plenitud y colme sus expectativas.

## 8 RECOMENDACIONES

- Es necesario que la División de Servicios de información, capacite adecuadamente a las personas encargadas de la administración general del sistema, para garantizar los resultados esperados. Además, es indispensable seguir las recomendaciones establecidas en el manual “Toma de Fotografías” del módulo manuales, el cual trata acerca de los de los parámetros necesarios para asegurar una buena generación de las panorámicas.
- Incluir en la futura versión el módulo de enlace directo entre imágenes panorámicas, con el fin de tener un recorrido virtual de forma continua. Actualmente, se están haciendo los análisis respectivos para su implementación.
- Estudiar la posibilidad de realizar las tomas de las fotografías con un artefacto especializado, que tenga la capacidad de capturar los dos hemisferios, para posteriormente generar panorámicas esféricas de 360 grados que permitan una mejor interacción y sean más atractivas para el usuario.
- Teniendo en cuenta que la herramienta es totalmente escalable, se recomienda la implementación para todas las sedes de la universidad, con el fin de llegar a tener un completo recorrido de los espacios que componen su la planta física.

## BIBLIOGRAFÍA

- A. S. Software, "Animaciones en Flash | Descarga Flash Professional CC gratis," Adobe Systems Software, 2015. [Online]. [Accessed: 23-Jul-2015]. Available: <http://www.adobe.com/la/products/flash.html>.
- C. Microsoft, "Creando tours panorámicos virtuales." [Online]. [Accessed: 19-Jun-2015]. Available: <http://www.microsoft.com/web/solutions/photosynth3.aspx>.
- C. R. González, "Algoritmo GRASP para la construcción automática de fotografías panorámicas," UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR.
- Codejobs, "Modelo de proceso evolutivo - Aprende a Programar - Codejobs." [Online]. [Accessed: 03-Sep-2013]. Available: <http://www.codejobs.biz/es/blog/2013/06/01/modelo-de-proceso-evolutivo>.
- D. E. Knuth, Algoritmos fundamentales. Reverte, 1980.
- E. Holdings, "Software para Visitas Virtuales, Software para Panoramas - Easypano." [Online]. [Accessed: 19-Jun-2015]. Available: <http://www.easypano.com/es/>.
- Fotonostra, "Daguerrotipo - Diccionario de fotografía y diseño," fotonostra, 2010. [Online]. [Accessed: 31-Jul-2015]. Available: <http://www.fotonostra.com/glosario/daguerrotipo.htm>.
- G. Systems, "Panotour Pro," GigaPan Systems, 2013. [Online]. [Accessed: 23-Jul-2015]. Available: <http://www.gigapan.com/cms/shop/software/panotour-pro>.
- Google, "Acerca de Street View – Acerca de – Google Maps." [Online]. [Accessed: 19-Jun-2015]. Available: <https://www.google.com/intl/es-419/maps/about/behind-the-scenes/streetview/>.
- I. D. Tellez Cristina, "Diseño e implementación del museo virtual 'Marino Arce Herrera' de la Universidad Industrial de Santander," Universidad Industrial de Santander, 2007.
- I. Sommerville, Ingeniería del software. Pearson Educación, 2005.
- Ibce360, "ibce360.com | Fotografía panorámica 360o." [Online]. [Accessed: 19-Jun-2015]. Available: <http://www.ibce360.com/>.

Ibce360, "Virtual Tour generated by Panotour," Universidad de Lleida, 2012. [Online]. [Accessed: 28-Aug-2013]. Available: <http://www.ibce360.com/panoramicas/udl/>.

JBossDeveloper, "JBoss Developer Studio - Overview." [Online]. [Accessed: 30-Jun-2015]. Available: <http://www.jboss.org/products/devstudio/overview/>.

L. E. Tomaselli, Investigación aplicada. Corporación Educativa Macac, 1991.

M. León, Diccionario de Informática, Telecomunicaciones y Ciencias Afines/Dictionary of Computing, Telecommunications, and Related Sciences: Ingles-Espanol/Spanish-English. Ediciones Díaz de Santos, 2004.

Nick Meers, The World of Panoramic Photography. Switzerland, 2003.

Oracle, "Enterprise JavaBeans Technology." [Online]. [Accessed: 30-Jun-2015]. Available: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/ejb/index.html>.

Oracle, "Java Persistence API." [Online]. [Accessed: 30-Jun-2015]. Available: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/tech/persistence-jsp-140049.html>.

P. D'Angelo, "Hugin - grapadora Panorama foto," 2007. [Online]. [Accessed: 30-Jun-2015]. Available: <http://hugin.sourceforge.net/>.

S. Framework, "Seam Framework - JBoss Seam," 2009. [Online]. [Accessed: 30-Jun-2015]. Available: <http://seamframework.org/>.

S. L. Vélez, Testigo ocular: la fotografía en Antioquia, 1848-1950. Universidad de Antioquia, 2009.

S. Microsystems, "JavaServer Faces.org." [Online]. [Accessed: 30-Jun-2015]. Available: <http://www.java-serverfaces.org/>.

S. S. P. Ltd., "UML tools for software development and modelling - Enterprise Architect UML modeling tool," 2000. [Online]. [Accessed: 30-Jun-2015]. Available: <http://sparxsystems.com/>.

U. I. de S.-D. de S. de I.- CENTIC, "Universidad Industrial de Santander." [Online]. [Accessed: 24-Jun-2015]. Available: <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/infraestructuraFisica.html>.

U. I. de Santander, "Antecedentes históricos." [Online]. [Accessed: 19-Jun-2015]. Available: [http://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/02-19WEB\\_HistoriaUIS.pdf](http://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/02-19WEB_HistoriaUIS.pdf).

W. W. web Consortium, "HTML5," [www.w3.org/](http://www.w3.org/), 2014. [Online]. [Accessed: 23-Jul-2015]. Available: <http://www.w3.org/TR/html5/>.

# ANEXOS

## Anexo A. Casos de uso Administrador del sistema

