



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

**“DESARROLLO DEL GEOPORTAL PARA LA GESTIÓN DEL
SISTEMA DE INFORMACIÓN ALPA DE LA ESPOCH UTILIZANDO
EL FRAMEWORK VUE.JS”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

AUTORA: MAYRA ALEJANDRA OLIVO SILVA

TUTOR: ING. FERNANDO PROAÑO

Riobamba – Ecuador

2019

©2019, Mayra Alejandra Olivo Silva

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El proyecto técnico: “DESARROLLO DEL GEOPORTAL PARA LA GESTIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN ALPA DE LA ESPOCH UTILIZANDO EL FRAMEWORK VUE.JS”, de responsabilidad de la señorita Mayra Alejandra Olivo Silva, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Washington Luna Encalada

**DECANO DE LA FACULTAD DE
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

Ing. Patricio Moreno Costales

**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA EN SISTEMAS**

Ing. Víctor Fernando Proaño Brito

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ing. Marco Vinicio Ramos Valencia MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

“Yo, MAYRA ALEJANDRA OLIVO SILVA, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de titulación y el patrimonio intelectual del mismo pertenecen a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo”

Mayra Alejandra Olivo Silva

DEDICATORIA

A mis maestros y familiares que me acompañaron, brindaron su apoyo durante mi etapa universitaria y fueron parte fundamental para cumplir esta meta de vida.

Mayra

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a directivos y docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por su labor formadora que me ha permitido alcanzar mi profesión.

Mayra

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	7
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	7
1.1 Planificación Estratégica	7
<i>1.1.1 La Planificación Estratégica en las IES del Ecuador</i>	<i>8</i>
<i>1.1.2 Sistemas informáticos de Planificación Estratégica en las IES del Ecuador</i>	<i>9</i>
1.2 Sistemas de Información Geográfica.....	9
<i>1.2.1 Sistemas de Información Geográfica en las IES del Ecuador</i>	<i>10</i>
1.3 Los Sistemas de Información Geográfica y la Planificación Estratégica	11
1.4 Planificación estratégica universitaria y mejores prácticas	12
1.5 Aplicaciones de Página Única (Single Page Application)	13
1.6 WebGL.....	14
1.7 Análisis de Herramientas.....	15
<i>1.7.1 Librería JavaScript para mapeo web</i>	<i>15</i>
<i>1.7.2 Sistemas gestores de base de datos espaciales</i>	<i>16</i>
1.8 CesiumJS.....	17
1.9 PostgreSQL	18
1.10 Node js.....	19
1.11 Vue js.....	19
1.12 Metodología para el desarrollo de software.....	20
<i>1.12.1 SCRUM.....</i>	<i>21</i>
1.13 Evaluación de la funcionalidad de las aplicaciones web	22
CAPÍTULO II	23
2. MARCO METODOLÓGICO.....	23
2.1 Estudio Inicial.....	23
2.2 Planificación.....	24
2.3 Desarrollo.....	28
<i>2.3.1 Estándar de Codificación</i>	<i>28</i>
<i>2.3.2 Arquitectura del Sistema</i>	<i>28</i>
<i>2.3.3 Diseño de Interfaz de usuario</i>	<i>29</i>
<i>2.3.4 Integración SIG-Sistema.....</i>	<i>30</i>

2.3.5	<i>Diseño de la Base de Datos Espacial</i>	32
2.3.6	<i>Codificación</i>	33
2.3.7	<i>Gestión del Proyecto</i>	34
2.4	Evaluación	35
2.4.1	<i>Planificación</i>	35
2.4.2	<i>Población y muestra</i>	35
2.4.3	<i>Herramientas</i>	36
2.4.3.1	<i>Evaluación Técnica</i>	36
2.4.3.2	<i>Diseño de la Encuesta</i>	38
2.4.4	<i>Ambiente de evaluación</i>	38
2.4.5	<i>Obtención de datos</i>	39
2.4.6	<i>Análisis de datos</i>	39
	CAPITULO III	39
3.	MARCO DE RESULTADOS	40
3.1	Resultados Obtenidos	40
3.2	Evaluación de la Funcionalidad en términos de Idoneidad	40
3.2.1	<i>Evaluación de métricas según estándar 9126-3</i>	40
3.2.2	<i>Evaluación de funcionalidad mediante encuesta al final</i>	41
3.2.2.1	<i>Adecuación de la implementación funcional</i>	41
3.2.2.2	<i>Cobertura de la implementación funcional</i>	42
3.2.2.3	<i>Integridad de la implementación funcional</i>	43
	CONCLUSIONES	45
	RECOMENDACIONES	46
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Comparativa de las librerías JS para mapeo en la web.....	16
Tabla 2-1: Comparativa de SGBD espaciales	17
Tabla 3-2: Personas y roles del proyecto	23
Tabla 4-2: Medidas de estimación T-Shirt.....	25
Tabla 5-2: Product backlog	25
Tabla 6-2: Sprint backlog.....	26
Tabla 7-2: Funcionalidad – Métricas de idoneidad.....	36
Tabla 8-2: Funcionalidad – Métricas de idoneidad.....	37
Tabla 9-2: Funcionalidad – Métricas de idoneidad.....	37
Tabla 10-2: Parámetros de medición.....	39
Tabla 11-3: Evaluación de las métricas	41
Tabla 12-3: Comparación de técnicas de evaluación de funcionalidad empleadas	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Nivel macro del proceso de planificación estratégica en las IES	8
Figura 2-1: Enfoques del Modelo de Gestión Integral Alpa	9
Figura 3-1: Sistemas de Información Geográfica	10
Figura 4-1: Comparativa de las características	13
Figura 5-1: Comparativa de arquitecturas tradicionales	14
Figura 6-1: Metodología SCRUM. Fases de un sprint.....	22
Figura 7-2: Diagrama de despliegue	29
Figura 8-2: Portada del Geoportal SGI Alpa.....	30
Figura 9-2: Integración del GIS – Esquema.....	31
Figura 10-2: Diagrama físico de la base de datos.	32
Figura 11-2: Detalle de las líneas de código de la aplicación	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1: Análisis de librerías JavaScript para el mapeo web.....	16
Gráfico 2-1: Análisis de SGBD espaciales	18
Gráfico 3-1: Tamaño de Vue.js 2.0 en KB comparado con frameworks	20
Gráfico 4-1: Rendimiento de Vue.js 2.0 basado en.....	20
Gráfico 5-2: Burndown chart del Geoportal SGI Alpa.	34
Gráfico 6-3: Satisfacción de Adecuación por encuestado.....	42
Gráfico 7-3: Satisfacción de Adecuación por encuestado.....	42
Gráfico 8-3: Satisfacción de Cobertura por encuestado.....	43
Gráfico 9-3: Satisfacción de Cobertura General	43
Gráfico 10-3: Satisfacción de Integridad por encuestado.	43
Gráfico 11-3: Satisfacción de Integridad General.....	43

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

IES	Instituciones de Educación Superior
CEAACES	Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
SGI	Sistema de Gestión de Información
SIG	Sistema de Información Georeferenciado
SGIP	Sistema de Gestión por Indicadores de Procesos
SIEB	Sistema de Indicadores Estratégicos Balanceados
SGIA	Sistema de Gestión de Indicadores de Acreditación
SGBD	Sistemas Gestores de Bases de Datos

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A** Encuesta para evaluar la funcionalidad en términos de idoneidad del Geoportal del SGI Alpa de la ESPOCH
- Anexo B** Métricas de Idoneidad según la norma ISO 9126-3
- Anexo C** Manual De Usuario Del Geoportal Para El SGI Alpa de la ESPOCH
- Anexo D** Tablas de detalle de sprints de desarrollo del Geoportal del SGI Alpa de la ESPOCH

RESUMEN

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, el Centro de Investigación en Modelos de Gestión y Sistemas de Información “CIMOGSYS” desarrolló el Sistema de Gestión de Información Alpa (SGI Alpa) para la generación y manejo de indicadores de planificación estratégica, procesos internos, acreditación y evaluación, de las distintas áreas de gestión de la institución y se determinó la necesidad de una visualización precisa, pertinente y simplificada de dichos indicadores. Por ello, se desarrolló el geoportal para gestión del SGI Alpa que ofrece la geolocalización de las áreas de gestión de la ESPOCH y el despliegue oportuno de indicadores SGI Alpa para ayudar a la toma de decisiones. El geoportal se desarrolló bajo la metodología ágil SCRUM, implementando el framework Vue.js y la librería de geolocalización y renderizado 3D. La optimización de los modelos 3D se realizó con el software 3D Max y Maya. El sistema propuesto comprende un visor georeferenciado del campus institucional en 3D con despliegue de información para la gestión de administración e infraestructura. A fin de evaluar la funcionalidad del geoportal en términos de idoneidad y su aporte significativo en la toma de decisiones, se realizó una evaluación técnica y encuesta a los técnicos de gestión administrativa, desarrollo y diseño del centro de investigación “CIMOGSYS” y se determinó que el geoportal, según la evaluación técnica cumple un 97.66% de funcionalidad mientras que según la encuesta cumple en un 92.33% esta característica. Además, los usuarios consideraron que es una herramienta útil de apoyo a la toma de decisiones en un 93.33%. Se recomienda continuar con la investigación de nuevas funcionalidades que permitan expandir la capacidad del geoportal.

PALABRAS CLAVE: <INGENIERÍA DE SOFTWARE>, <DESARROLLO DE APLICACIONES WEB>, <GEOREFERENCIACIÓN>, <SISTEMA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN>, <SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOREFERENCIADO>, <APLICACIONES DE PÁGINA ÚNICA (SPA) >, <APLICACIÓN WEB>

SUMMARY

At the Higher Polytechnic School of Chimborazo, the Center for Research in Management Models and Information Systems "CIMOGSYS" developed the Alpa Information Management System (SGI Alpa) for the generation and management of strategic planning indicators, internal processes and accreditation and evaluation of the different areas of management of the institution. The need for a precise, relevant and simplified visualization of the above-mentioned indicators was determined, therefore, the geoportal was developed; for the management of the SGI Alpa which offers the geolocation of the areas of ESPOCH management and the timely deployment of SGI Alpa indicators to help in the decision-making processes. The geoportal was developed under the agile SCRUM methodology, implementing the Vue.js framework and the JavaScript library for geolocation and 3D deployment. The optimization of the 3D models was done with 3D Max and Maya software. The proposed system includes a georeferenced viewer of the 3D institutional campus with information deployment for administration and infrastructure management. In order to evaluate the functionality of the geoportal in terms of suitability and its significant contribution in decision-making processes, a technical assessment and a survey were carried out to the technicians of administrative management, software development and design and it was determined that the geoportal, according to the technical assessment, complies 97.66% functionality while according to the survey, complies 92.33% this feature. In addition, users considered that it is a useful tool to support decision-making in 93.33%. It is recommended to continue with the investigation of new functionalities that allow to enhance the capacity of the geoportal.

KEYWORDS: <SOFTWARE ENGINEERING>, <WEB APPLICATION DEVELOPMENT>, <GEOREFERENCIATION>, <INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM>, <GEOREFERENCED INFORMATION SYSTEM>, <SINGLE PAGE APPLICATIONS (SPA)>, <WEB APPLICATION>

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

Antecedentes

Las Instituciones de Educación Superior (IES) del Ecuador son parte de un proceso de continua mejora de la calidad en la educación, proceso que es guiado y supervisado por el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES). La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) no está exenta de este proceso, por lo que administrativos, investigadores, docentes y estudiantes aúnan esfuerzos para mejorar la gestión de la institución.

El Centro de Investigación en Modelos de Gestión y Sistemas Informáticos de la ESPOCH (CIMOGSYS) trabaja en la sistematización del modelo de gestión de la calidad Alpa, con el fin de ayudar a la toma de decisiones en las instituciones, universidades, escuelas politécnicas y organizaciones público-privadas con el objetivo de dar cumplimiento a las normativas vigentes de evaluación de la calidad. (Alarcón Parra y Alarcón Parra, 2017).

CIMOGSYS ha desarrollado el Sistema de Gestión de Información (SGI) Alpa. El SGI Alpa está compuesto por: el Sistema de Gestión por Indicadores de Procesos (SGIP), el Sistema de Indicadores Estratégicos Balanceados (SIEB) y el Sistema de Gestión de Indicadores de Acreditación (SGIA); los cuales permiten evaluar el cumplimiento de los procesos internos, planificación de proyectos e indicadores de evaluación y acreditación de las facultades, escuelas y unidades administrativas de las IES. La gestión de esta información a través de este sistema es clave para la administración, toma de decisiones y mejora continua de la gestión institucional y actualmente los sistemas pilotos están en proceso de implementación en las facultades de la ESPOCH.

El SGI Alpa presenta un problema, no ofrece un acceso integral y ágil a la información que gestiona. Los sistemas implementados son islas de información donde el usuario debe navegar por cada uno de ellos en las respectivas facultades, carreras o áreas administrativas para recopilar la información puntual, la carencia de un sistema que conjugue esta información de manera práctica y visual para

facilitar la evaluación de la situación institucional provoca el uso constante de credenciales y la recurrencia a informes generados manualmente, una tarea demorada y poco eficiente considerando que el acceso a información oportunamente es decisivo dentro de la gestión institucional.

Frente a esta situación, se propone desarrollar el Geoportal para la gestión del Sistema de Información Alpa de la ESPOCH. Los sistemas de información georreferenciada proporcionan información que describe y categoriza una locación o infraestructuras y enlazar esta información con datos no espaciales para la gestión administrativa de la institución constituye un desafío que propone una solución interactiva y ágil para el acceso a la información.

Formulación del Problema

¿Permitirá el geo portal para la gestión del SGI Alpa de la ESPOCH la visualización oportuna de la información referente indicadores de gestión administrativo e infraestructura que contribuya favorablemente a la toma de decisiones?

Sistematización del problema

- ¿Qué tecnologías permitirán el despliegue oportuno y ágil de la información sobre indicadores de gestión del SGI Alpa e infraestructura?
- ¿Cómo el uso del geo portal mejorará el acceso a la información referente indicadores de gestión del SGI Alpa e infraestructura?

Justificación del trabajo de titulación

Justificación teórica

La implementación de sistemas de información geográfica dentro las instituciones, como herramientas de apoyo para la planificación estratégica, el control y toma de decisiones se han vuelto sumamente importantes y concurrentes en los últimos años gracias los beneficios que ofrece. A través de un geoportal se puede integrar datos espaciales con datos no espaciales para el ágil análisis de la información.

El Geoportal del SIG Alpa se trata de un sistema visualización de la realidad geográfica integrado con modelado 3D, eficiente e interactivo, que trabaja con información centralizada y actualizada. Permite el acceso y la visualización de los datos, utilizando un navegador estándar, posibilita la integración, la interoperabilidad y el intercambio de información entre instituciones.(Sistemas de Información Geográfica - Tipos y aplicaciones empresariales, 2010)

El desarrollo del Geoportal del SGI Alpa es un proyecto técnico que se enmarca en el Programa de Desarrollo de Aplicaciones de Software para Procesos de Gestión y Administración Pública y Privada de la Categoría de Tecnologías de la Información, Comunicación y Procesos Industriales correspondiente a las Líneas y Programas de Investigación de la ESPOCH que, por sus características, se convierte en una herramienta idónea para reflejar el entorno físico y administrativo de la institución a fin de favorecer la toma de decisiones.

Justificación práctica

Se propone el desarrollo del Geoportal para la gestión del Sistema de Información Alpa a fin de proporcionar al nivel administrativo institucional acceso a la información pertinente y precisa sobre indicadores de gestión Alpa e infraestructura de las diferentes áreas de la institución que favorezca la planificación estratégica y toma de decisiones oportunas que mejoren la gestión institucional.

El geoportal del SGI Alpa, genera un visor 3D georeferenciado del campus institucional que refleja la gestión institucional de la ESPOCH a través de indicadores de gestión semaforizados, al alimentarse de los servicios de indicadores proporcionados por los sistemas componentes como son el SIEB, SGIP y SGIA.

El geoportal permite visualizar los principales edificios del campus institucional modelados en 3D y los departamentos que en ellos se localizan, tanto administrativos como académicos. Consume los servicios de los sistemas componentes del SGI Alpa para desplegar información puntual sobre indicadores de gestión administrativa. El geoportal consta de: Registro de visitantes, visualización de los principales edificios institucionales, información general e indicadores de gestión Alpa.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar el geoportal para la gestión del Sistema de Gestión de Información Alpa de la ESPOCH utilizando el framework VUE.js

Objetivos específicos

- Recopilar la información sobre la infraestructura física e indicadores de procesos, planificación y acreditación que provee el SGI Alpa de la ESPOCH para definir la línea base del geoportal.
- Analizar las herramientas más adecuadas para el desarrollo del geo portal que sean compatibles con el framework VUE.js.
- Desarrollar el geoportal para acceder a la información sobre infraestructura e indicadores de gestión del SGI Alpa de la ESPOCH.
- Evaluar la funcionalidad del geoportal en términos de idoneidad, según la norma ISO 9126, para determinar el cumplimiento de los requisitos especificados.

Estructura del documento

Este documento describe el proceso de desarrollo del trabajo de titulación desplegado en tres capítulos. El primer capítulo detalla los conceptos, medios, herramientas y recursos necesarios para poner en marcha el desarrollo del proyecto; el segundo capítulo describe la combinación de elementos, técnicas y métodos, para la consecución del proyecto; el tercer capítulo expone los resultados obtenidos y discusiones generadas tras culminar el proyecto y finalmente se agregan conclusiones y recomendaciones surgidas del trabajo realizado. Se adjunta, además, los anexos citados como referencias en el documento.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

El presente capítulo describe conceptos pertinentes al desarrollo del trabajo de titulación a fin de tener conocimiento claro de los temas a abordar, terminología, tecnologías y herramientas a utilizar durante el proceso.

1.1 Planificación Estratégica

La planificación estratégica, según Almuiñas Rivero & Galarza López, (2012, p. 82), “es un proceso estratégico, continuo, integral y participativo” que a través del análisis minucioso de la información permite evaluar la situación para emitir juicios de valor sobre aciertos o problemas. Para Fuster Pérez (2008, p. 2), la planificación estratégica, es un proceso de evaluación sistemática donde se identifica objetivos y se plantean estrategias efectivas para alcanzarlos ante la alta competitividad del entorno.

En las universidades, la planificación estratégica constituye un proceso participativo, sistemático, crítico e integral que permite definir objetivos y líneas de acción a través de pautas fundamentadas en hechos para tomar decisiones más acertadas (Almuiñas Rivero & Galarza López, 2012, p.78).

En el contexto de la evaluación y acreditación por la que atraviesan las IES del Ecuador, los principios de la planificación estratégica: transparencia, equidad, innovación, autoevaluación, mejora continua, eficacia y calidad, permiten a estas instituciones responder eficientemente al cambio constante y la creciente competitividad (Fuster Pérez, 2008, p.3). por ello, la planificación estratégica, se convierte en una herramienta indispensable para la consecución de objetivos y evaluación de la gestión de estas instituciones.

Definir un escenario futuro representa un verdadero desafío cuando no se conoce apropiadamente la situación actual y la planificación estratégica es un instrumento para gestionar el cambio ya que, en un medio de alta incertidumbre, elimina la improvisación y se enfoca en la precisión en la toma de

decisiones a través del estudio detallado de los factores para construir una organización proactiva (Fuster Pérez, 2008, p. 2).

La importancia de la planificación estrategia radica en la accesibilidad a herramientas que permitan una fácil comprensión de la situación actual institucional para favorecer un trabajo colaborativo acertado por parte de sus diferentes gestores (Fuster Pérez, 2008, p.2).

1.1.1 La Planificación Estratégica en las IES del Ecuador

La mejora de la calidad es uno de los mayores desafíos de la educación superior en el Ecuador. Esta calidad implica tanto los servicios educativos como también una administración pertinente para cumplir con un modelo de acreditación, es decir, en una gestión universitaria integral (Batista Hernández et al., 2016, p. 171-173) (Alarcón Parra & Alarcón Parra, 2017, p. 2).

A nivel macro, la planificación estratégica en las IES comprende las gestiones de la academia, investigación, organización e infraestructura y planes como el POA, PEDI entre otros permiten obtener indicadores que valoren cuantitativamente la efectividad de la gestión (*Ver figura 1-1*).

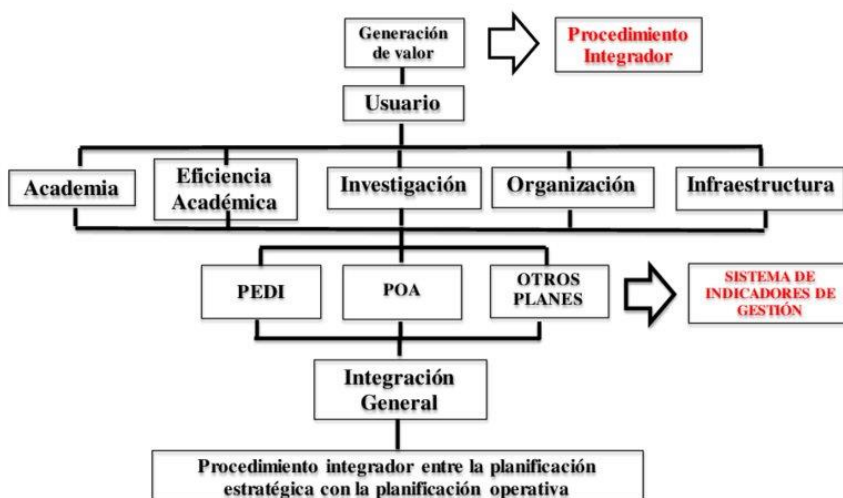


Figura 1-1: Nivel macro del proceso de planificación estratégica en las IES

Fuente: León, 2017

1.1.2 Sistemas informáticos de Planificación Estratégica en las IES del Ecuador

Batista Hernández et al., (2016, p. 171-173) asegura que la planificación estratégica aplicada en las universidades ecuatorianas permite la identificación, definición y mejoramiento de los procesos para lograr su mejora continua, sin embargo, la poca participación en la construcción de la estrategia, y deficiencias técnicas pueden impedir que esta se convierta en una herramienta efectiva.

Por su parte, Alarcón Parra & Alarcón Parra (2017, p. 4) asegura que un sistema de información puede convertirse en una poderosa herramienta que apoye eficientemente la gestión universitaria para potenciar la planificación estratégica. Su visión, el Modelo de Gestión Integral Alpa, se compone de: la Gestión de Procesos, la Planificación Estratégica y la Gestión de Indicadores de Acreditación (*Ver figura 2-1*).

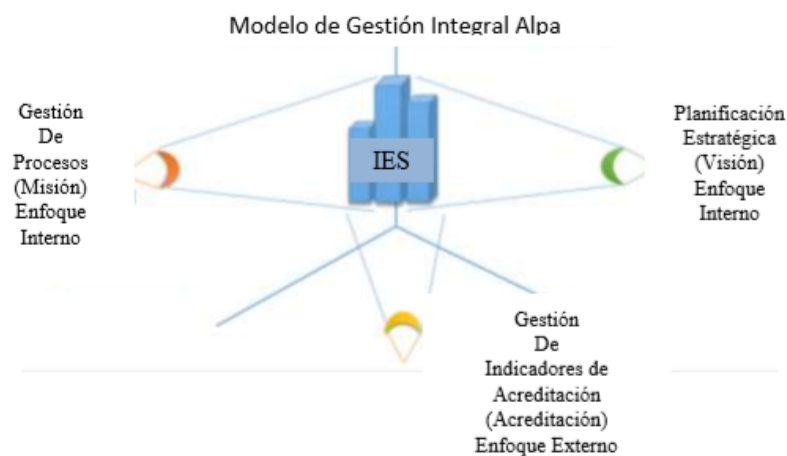


Figura 2-1: Enfoques del Modelo de Gestión Integral Alpa

Fuente: Alarcón Parra & Alarcón Parra, 2017

1.2 Sistemas de Información Geográfica

Los sistemas de información, según Ahumanda (2011, citada en Henao Arias & Monsalve, 2014, p. 7), son “Un conjunto de componentes interrelacionados que capturan, almacenan, procesan y distribuyen información, para apoyar la toma de decisiones y el control de una organización”.

Los sistemas de información constituyen herramientas de soporte para fortalecer los procesos administrativos mediante la automatización, las instituciones encuentran en las soluciones de tecnologías de la información, un gran aliado que ofrece ventajas competitivas (Acosta, Becerra & Jaramillo, 2017, p. 104).

Los sistemas de información geográfica (SIG), según el Centro Nacional de Información Geográfica y Análisis (2014, citado en Moya et al., 2016, p. 182) son “Un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión” (*Ver figura 3-1*).



Figura 3-1: Sistemas de Información Geográfica

Fuente: “Bases de Datos y Sistemas de Información Geográfica”, 2017

Los SIG son herramientas que permiten comprender y analizar el estado actual de diferentes organizaciones en torno a una dimensión geográfica, permiten mejorar la gestión de la información existente para favorecer la toma de decisiones acertadas y ágiles (Henaó Arias y Monsalve 2014; Jiménez Moya et al. 2016).

1.2.1 Sistemas de Información Geográfica en las IES del Ecuador

La virtualización del campus de una IES es una herramienta de alta utilidad para estudiantes, docentes y administrativos ya que permite, de manera interactiva, ubicar y visualizar diferentes dependencias institucionales.

En Ecuador, estas herramientas ya se aplican, como es el caso de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), donde se desarrolló un proyecto enfocado a los estudiantes y público externo que permite el acceso a información sobre eventos de la institución a través de un software georreferenciado (Riera Gallegos 2012).

En la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), también se desarrolló una aplicación móvil para la orientación y ubicación de los servicios y dependencias de la institución mediante la utilización de códigos QR y un sistema de información geográfica. (Albán Recalde y Bassante Barberán 2015)

En la Escuela Politécnica del Ejercicio (ESPOL), se registra el desarrollo de un sistema de información geográfica para la ayuda la toma de decisiones en la planificación física del campus institucional. Este proyecto tiene como finalidad proveer información sobre las instalaciones que permitan una evaluar el estado actual de las edificaciones del campus Gustavo Galindo V. de la ESPOL a fin de facilitar las tareas de planificación física; además cuenta con una sección informativa para el público. (Carrillo Bastidas, Magües Martínez y Ochoa Chehab 2009).

En la Escuela Superior Politécnica Nacional se ha desarrollado una aplicación móvil con Realidad Aumentada y geolocalización en el campus José Rubén Orellana Ricaurte para complementar los servicios de ubicación con los que cuenta actualmente el campus (Díaz Pacheco 2015).

En la ESPOCH se ha desarrollado un sistema informático para la geolocalización y manipulación de la información de las obras que posee el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) de Colta. Se emplea las herramientas SQL Server 2008 R2 como gestor de base de Datos, JAVA, IIS como servidor web y GEOSERVER API bajo la metodología de desarrollo ágil SCRUM (Buenaño Carrillo y Veloz Bastidas 2017).

1.3 Los Sistemas de Información Geográfica y la Planificación Estratégica

Los sistemas de información geográfica tienen como objetivo ofrecer un entorno que facilite la captura, almacenamiento y gestión de la información espacial y no espacial de forma gráfica. El aspecto gráfico juega un papel muy importante ya que permite crear relaciones y facilita la identificación de datos por parte de los usuarios (Jiménez Moya et al., 2016, p. 182).

Los SIG son sistemas ampliamente utilizados a nivel gubernamental, en universidades de educación superior y en la gestión de indicadores de agro producción, ya que facilitan el procesos de control de los proyectos y favorecen la planificación estratégica gracias a su dimensión geográfica (Jiménez Moya et al., 2016, p. 182,183).

Según Piñero et al. (2013, p. 49), la evaluación de un conjunto de indicadores puede ser decisivo para alcanzar el éxito de un proyecto ya que agiliza la toma de decisiones prescindiendo de la necesidad de informes. Los indicadores permiten identificar problemas y sus causas dentro de la planificación, control y seguimiento de un proyecto, sin embargo, el autor Jiménez Moya et al. (2016, p. 183) evidencia “la no utilización de la dimensión geográfica como complemento en la toma de decisiones”.

1.4 Planificación estratégica universitaria y mejores prácticas

El éxito de un proyecto depende en gran medida de las personas involucradas y como estas manejan los procesos de planificación estratégica para alcanzar los objetivos planteados. De acuerdo con el reporte de la empresa Hanover Research, “Planificación estratégica en educación superior: Buenas prácticas y benchmarking”, se definen algunas de estas prácticas a implementar: (S, 2016)

- Involucrar al equipo en el desarrollo del plan.
- Sostener reuniones para que las personas puedan aportar antes, durante y tras la elaboración del plan.
- Revisión colectiva de los datos para identificar métricas de éxito.
- Definir metas de corto plazo y largo plazo.
- Monitorear los progresos a través de revisiones periódicas.

Estos principios no solo son útiles para la planificación estratégica, sino para cada uno de los procesos que están relacionados con ella, se fundamentan en una comunicación efectiva y el compromiso de los interesados para alcanzar las metas planteadas por lo que serán adoptadas para el desarrollo del proyecto para guiar los procesos y alcanzar un resultado exitoso.

1.5 Aplicaciones de Página Única (Single Page Application)

Las aplicaciones de página única (SPA) se refieren a un paradigma orientado a la mejora del rendimiento de las aplicaciones web de la mano de una mejor experiencia de usuario (*Ver figura 4-1*). La arquitectura SPA mejora el rendimiento de aplicaciones web a través de la carga parcial de páginas, una lógica compatible tanto para escritorio como para móviles (Ramírez Echeverri, 2018, p. 23).

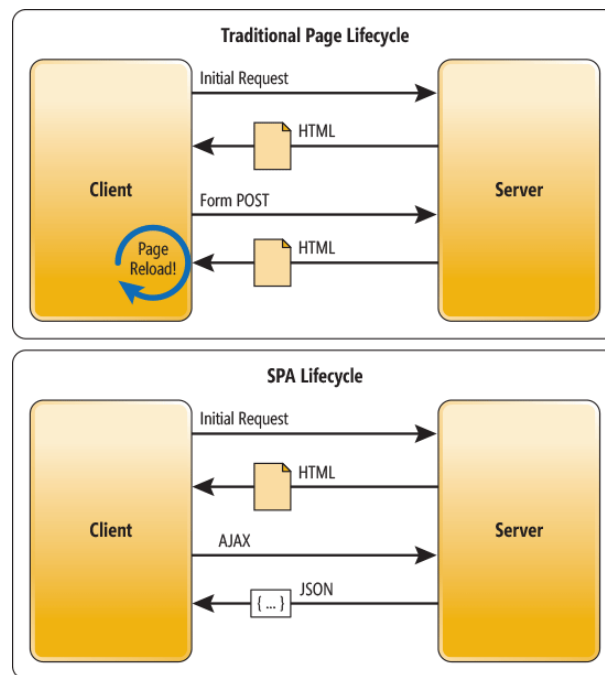


Figura 4-1: Comparativa de las características de las aplicaciones tradicionales vs SPA

Fuente: "Arquitectura de un SPA · Desarrollo de aplicaciones web"

La arquitectura SPA ejecuta las aplicaciones en una única página web, así el navegador maneja la capa de presentación, pero no estará involucrado en cómo se presenta los datos. De esta forma, la comunicación con el servidor se reduce a transacciones sobre datos únicamente, la lógica de presentación reside en el cliente y el navegador prescinde de actualizaciones (Scott 2016).

Una SPA no requiere la instalación de complementos, lenguajes adicionales, ni plataformas complementarias para su ejecución. Las SPA no requieren un modelo de seguridad separado, lo que reduce los problemas de desarrollo y mantenimiento, usan JavaScript y HTML por tanto requieren

un menor uso de recursos y el tiempo de desarrollo es aprovechado ya que la codificación se reduce a un único lenguaje y entorno (Ramírez Echeverri, 2018, p. 23).

Mientras que las arquitecturas tradicionales el trabajo de la lógica de negocios y carga de HTML recaía en el servidor, en las SPA el servidor se limita a la autenticación, autorización y validación y el cliente pasa a ser el responsable de la generación y renderización del HTML y la lógica de negocios (Ver figura 5-1).

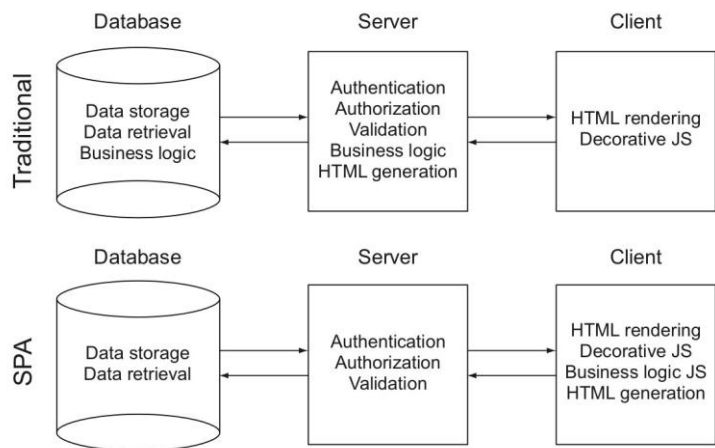


Figura 5-1: Comparativa de arquitecturas tradicionales vs aplicaciones SPA

Fuente: “Arquitectura de un SPA · Desarrollo de aplicaciones web”

1.6 WebGL

“WebGL es un estándar web multiplataforma y libre de regalías para una API de gráficos 3D de bajo nivel basada en OpenGL ES, expuesta a ECMAScript a través del elemento HTML5 Canvas” (Kronos Group, 2019).

WebGL permite implementar diseño 3D en la web sin necesidad de complementos, sino directamente en el navegador y es perfectamente compatible con los principales navegadores como Safari, Chrome, Edge, Firefox y Opera.

1.7 Análisis de Herramientas

El desarrollo del Geoportal del SGI Alpa de la ESPOCH requiere el análisis de las herramientas disponibles para seleccionar aquellas que permitan el cumplimiento de los requerimientos del sistema, institucionales y de desarrollo.

De acuerdo con los requisitos del sistema se necesita el despliegue de objetos 3D georeferenciados mediante una aplicación web que no requiera la instalación de complementos, por parte de los requerimientos de desarrollo es necesario que sea compatible con el framework Vue.js y referente a los requerimientos institucionales figura la necesidad del uso de software libre (Open Source). Además, por tratarse de una aplicación web desarrollada bajo el framework Vue.js se establece como lenguaje de programación JavaScript.

1.7.1 Librería JavaScript para mapeo web

Existen varias librerías JavaScript de mapeo web, sin embargo, Morales (2018) destaca las más utilizadas por sus características y ventajas como son: Openlayers, Leaflet, F4 map, ArcGIS API for Javascript, Google Maps API, estas son las librerías consideradas para el análisis que permita determinar la óptima para el proyecto.

Luego de un análisis de las principales características de las librerías y de acuerdo con los requerimientos establecidos, se determinan la evaluación de cuatro características que son:

- Mapeo 3D para permitir la georeferenciación de modelos 3D
- Estándar WebGL para crear independencia de complementos
- Categoría Open Source
- Opciones de compilación con Vue.js para asegurar su posibilidad de integración con el framework.

Para facilitar las valoraciones, se asigna un valor de 1 para el parámetro que cumple la librería en estudio, caso contrario se asigna el valor de 0 (*Ver tabla 1-1*).

Tabla 1-1: Comparativa de las librerías JS para mapeo en la web

		Openlayers	Leaflet	F4 map	ArcGIS API for Javascript	Google Maps API	Cesium.js
Características de Análisis	Mapeo 3D	0	0	1	1	0	1
	Basada en WebGL	1	1	1	1	1	1
	Open Source	1	1	0	0	0	1
	Compilación con Vue.js	1	1	0	1	1	1

Fuente: (Morales, 2018)

Realizado por: Mayra Olivo, 2018

Tras el análisis las características de las librerías JS de mapeo web y la valoración correspondiente se determina la librería apropiada al cumplir con todas las especificaciones requeridas (*Ver gráfico 1-1*), por lo que es seleccionada para el desarrollo del geoportal.

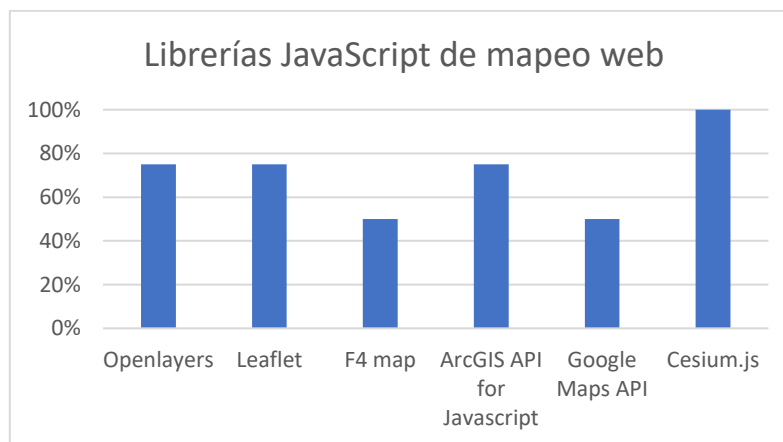


Gráfico 1-1: Análisis de librerías JavaScript para el mapeo web

Realizado por: Mayra Olivo, 2018

1.7.2 Sistemas gestores de base de datos espaciales

En cuanto al sistema gestor de la base de datos espacial que almacena la información del geoportal no existe problemas de compatibilidad sin embargo existen acotaciones sobre requerimientos que deben ser tomadas en cuenta para realizar el análisis y la selección respectiva.

El principal requerimiento corresponde a la utilización de software libre. Se requiere además que el gestor de la base de datos espacial provea un apropiado rendimiento, estabilidad y soporte de funciones espaciales para asegurar la posibilidad de un análisis espacial completo; considerando que se prevé la implementación de nuevas funcionalidades y una mayor concurrencia de consultas. Estas son las características que se analizan para determinar el SGBD espacial a utilizar.

En el mercado existen cuatro sistemas que ofrecen soporte de bases de datos espaciales MySQL SpatialExtension, PostGIS, SQL Server 2008 R2 Geometry y Oracle Spatial. Sin embargo, solo MySQL SpatialExtension y PostGIS cumplen con el requerimiento de ser software libre, por lo que el análisis de las características de: rendimiento, estabilidad y funciones espaciales se limita a estos dos candidatos.

Para evaluar las características de los SGBD espaciales candidatos se realiza una tabla comparativa, (*Ver tabla 2-1*), donde se detalla las características de análisis y se las valora con 1 si se cumple y 0 si carece de esta. El SGBD espacial seleccionado es aquel que cumple con la totalidad de las características.

Tabla 2-1: Comparativa de SGBD espaciales

		MySQL SpatialExtension	PostGIS
Características de Análisis	Rendimiento	0	1
	Estabilidad	0	1
	Funciones espaciales	1	1
	Licencia Open Source	1	1

Fuente: «MySQL spatial VS PostGIS»

Realizado por: Mayra Olivo, 2018

Tras la evaluación de las características definidas para el análisis de los SGBD espaciales, se determina que PostgreSQL y su extensión PostGIS cumple con las cualidades requeridas al 100% (*Ver gráfico 2-1*). PostGIS es la herramienta Open Source que proporciona las mejores características de rendimiento estabilidad y funcionalidad espacial por lo que es seleccionada para implementar la base de datos espacial.

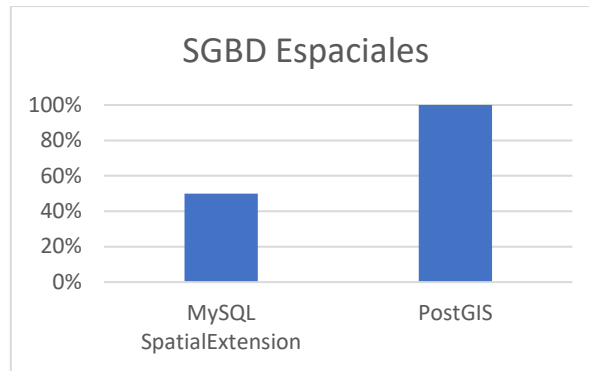


Gráfico 2-1: Análisis de SGBD espaciales

Realizado por: Mayra Olivo, 2018

1.8 PostgreSQL

PostgreSQL es un poderoso sistema gestor de base de datos de código abierto con más de 30 años de desarrollo activo que ha conseguido una gran reputación por su fiabilidad, robustez y rendimiento (“PostgreSQL: The world’s most advanced open source database”, 2018).

Ofrece varias ventajas como lo destaca (Chimborazo y Alfonso, 2015) entre ellas: la velocidad de respuesta pues aunque parece deficiente en bases de datos pequeñas, su rendimiento realmente potente cuando aumenta el volumen de la base de datos.

Permite un ahorro considerable de costos ya que su diseño permite un mantenimiento eficiente con ajustes menores, en comparación con software propietario mientras conserva su estabilidad y rendimiento eficiente. Su código está disponible para ser extendido o personalizado en caso se requiera. Está disponible para plataformas Linux, Windows, Unix, Solaris y MacOSX.

Además, posee la extensión PostGIS que está diseñada para brindar soporte de georeferenciación a nivel de base de datos. PostGIS es la extensión de datos espaciales para PostgreSQL. Esta agrega soporte para objetos georreferenciados permitiendo consultas de localizaciones geográficas que pueden ser ejecutadas en SQL (“PostgreSQL: The world’s most advanced open source database”, 2018).

Entre los beneficios de PostGIS destacan su competitividad frente a software propietario, sus estabilidad y rapidez llega incluso a ser mejor. Actualmente es el módulo SIG más empleado en el mundo y es compatible con estándares del Open Geospatial Consortium. (“¿Por qué utilizar PostGIS?”,

2017). Por estos beneficios PostgreSQL y su extensión PostGIS se seleccionan para el desarrollo del proyecto.

1.9 Node js

La comunicación entre la base de datos y la aplicación web será a través de Node.js. “Node.js es un entorno de ejecución de JavaScript orientado a eventos asíncronos. Está diseñado para construir aplicaciones en red escalables” (“Node.js”, 2018).

Node.js se caracteriza por ser capaz de manejar numerosas conexiones concurrentes sin desperdiciar recursos ya que se activa solo cuando una llamada es ejecutada, además, que no contempla el bloqueo de procesos por lo que favorece el desarrollo de sistemas escalables. (“Node.js”, 2018).

1.10 Vue js

Vue.js es un framework progresivo de JavaScript, desarrollado por Evan You, para la construcción de interfaces web interactivas. Su principal característica es que está diseñado para adaptarse incrementalmente al proyecto hasta lograr sofisticadas aplicaciones SPA al combinarse con librerías de soporte (“Vue.js - Intuitive, Fast and Composable MVVM for building interactive interfaces.”, 2018).

Es un sistema de modularización con un core que permite desarrollar componentes de interfaz de usuario a través de JavaScript y es enriquecido por un sinnúmero de librerías. Este framework se “enmarca en las arquitecturas de componentes con una gestión de modelos basada en el patrón MVVM”, como menciona (Dongil Sánchez 2017), por lo que permite manipular los estados de aplicación.

Sus librerías se encuentran divididas y bien acotadas para cumplir funciones específicas evitando así incluir todas las excesivas funcionalidades desde un inicio, como es el caso de otros framework (Dongil Sánchez, 2017, p. 8).

La aplicación completa Vue.js 2.0, incluido el compilador, tiene solo 23 KB, que es mucho más liviana que los otros frameworks en el mercado (*Ver gráfico 3-1*) y presume del mejor rendimiento (*Ver gráfico 4-1*) en comparación con frameworks como React, Angular (Podyachiy, 2017).

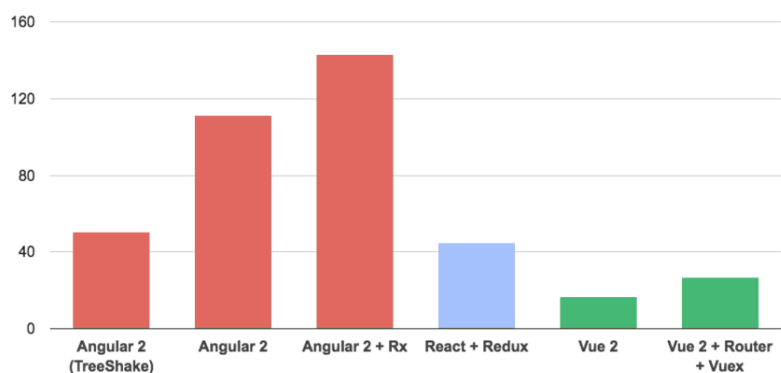


Gráfico 3-1: Tamaño de Vue.js 2.0 en KB comparado con frameworks similares.

Fuente: Podyachiy, 2017

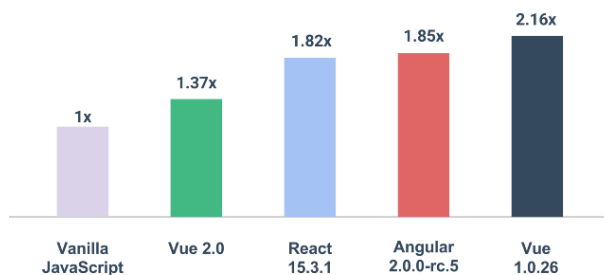


Gráfico 4-1: Rendimiento de Vue.js 2.0 basado en el punto de referencia de un tercero.

Fuente: Podyachiy, 2017

1.11 Metodología para el desarrollo de software

Una metodología es un conjunto integrado de técnicas y métodos que permite abordar de forma homogénea y abierta cada una de las actividades del ciclo de vida de un proyecto de desarrollo. Es un proceso de software detallado y completo (Herrera 2009).

En las metodologías para el desarrollo de software se definen roles, actividades, prácticas y técnicas a seguir para la consecución exitosa de un producto de software de manera sistemática. La selección de una metodología apropiada para el proyecto permite optimizar el proceso y producto a desarrollar, establecer métodos que guíen la planificación y el desarrollo (Herrera 2009).

Para este proyecto se ha optado por emplear el marco de trabajo SCRUM por sus beneficios en el proceso de planificación, desarrollo y puesta a punto.

1.11.1 SCRUM

“Scrum es un marco de trabajo para el desarrollo y mantenimiento de productos”. Se enfoca en la resolución de problemas complejos adaptativos con la entrega de productos del máximo valor posible tanto productiva como creativamente (“¿Qué es Scrum?”, 2017).

SCRUM es un marco de trabajo para la gestión de proyectos de desarrollo. Destinado a tratar a proyectos con cambios de requisitos frecuentes, se caracteriza porque el desarrollo de software se ejecuta mediante iteraciones, denominadas sprints y cada sprint es un incremento ejecutable de valor para el cliente. Además, promueve las reuniones a lo largo del proyecto para la coordinación e integración (Cadavid, 2013).

SCRUM utiliza un enfoque incremental que se basa en la transparencia de procesos, la inspección y detección de variaciones y la adaptación a los cambios para minimizar el impacto. Por tanto, está dirigida a incrementar la flexibilidad y rapidez a partir de la combinación de equipos multidisciplinarios y autogestionados (Cadavid 2013). Sus etapas comprenden el product backlog, el sprint backlog, el desarrollo del sprint y finalmente el incremento funcional de software (***Ver figura 6-1***). Estas características hacen de SCRUM un marco de trabajo idóneo para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

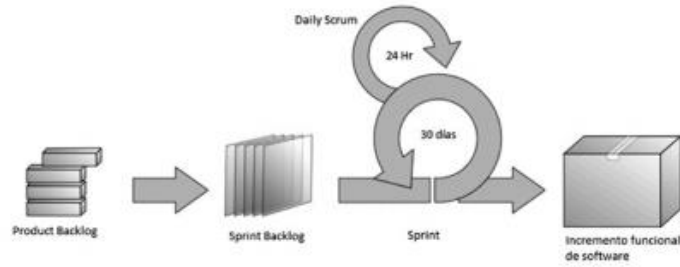


Figura 6-1: Metodología SCRUM. Fases de un sprint
Fuente: Cadavid, 2013

1.12 Evaluación de la funcionalidad de las aplicaciones web

El estándar ISO, definido en 1992, establece un modelo para la evaluación de la calidad de productos de software bajo la norma ISO - 9126 “Información technology –Software product evaluation: Quality characteristics and guidelines for their use”. Esta norma establece que todo producto de software puede ser definido en función de 6 características de calidad: Funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad (Z. Cataldi, 2000, p. 240).

En cuanto al software objetivo se ha definido la característica *Funcionalidad* como objetivo de evaluación de este software seleccionando específicamente la sub-característica idoneidad. La funcionalidad según el estándar ISO-9126 se define como “una serie de atributos que permiten calificar si un producto de software maneja de forma adecuada el conjunto de funciones para las cuales fue diseñado”. Dentro de la funcionalidad, la *adecuación o idoneidad* “se enfoca a evaluar si el software cuenta con un conjunto de funciones apropiadas para efectuar las tareas para las que fueron especificada su definición” (Z. Cataldi, 2000, p. 240).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo describe el proceso realizado para el desarrollo del Geo Portal del SGIA Alpa. El desarrollo ha sido guiado bajo el framework SCRUM, metodología que ha demostrado ser eficiente en el desarrollo ágil de software ya que ofrece flexibilidad y promueve una acertada comunicación y colaboración entre los miembros del equipo, cualidades que resultan fundamentales dentro del desarrollo de software para garantizar un producto que se satisfaga las necesidades de cliente.

Dentro de esta metodología se define el equipo de trabajo para el desarrollo del sistema con los roles correspondientes (*Ver tabla 3-2*).

Tabla 3-2: Personas y roles del proyecto

ROLES DEL PROYECTO	
INTEGRANTES	ROL
Ing. Giovanni Alarcón	Product Owner
Ing. Fernando Proaño	Scrum Master
Mayra Olivo	Desarrollador

Realizado por: Mayra Olivo 2018

Este equipo es el encargado del cumplimiento y validación de los requerimientos en todas las fases del proyecto.

2.1 Estudio Inicial

En la etapa de exploración y recopilación de información corresponde la evaluación de la situación inicial ya que existen recursos técnicos, operativo y económicos que deben ser previstos para garantizar el flujo apropiado del desarrollo del proyecto. Es así, que se realiza los estudios correspondientes.

Después de la evaluación, se estima que desarrollo del trabajo de titulación tiene un costo de 8,794.00 dólares que contempla los perfiles profesionales, software y hardware necesarios, así como materiales y recursos adicionales requeridos.

Al contar con el auspicio del Centro de Investigación de Modelos de Gestión "CIMOGSYS" que pone a disposición su equipo de desarrollo y diseño gráfico para consultas técnicas y la disponibilidad de sus instalaciones como centro de desarrollo. Los costos restantes, correspondientes a personal de desarrollo, hardware y recursos adicionales, serán autofinanciados por la tesista. Tomando en cuenta estos aspectos se determina que el proyecto es técnica, operativa y económicamente factible.

2.2 Planificación

La planificación en el desarrollo de software proporciona un marco de trabajo que permite al gestor del proyecto realizar estimaciones acordes a los recursos y costes, pudiendo ser actualizadas durante el transcurso del desarrollo. Permite idear escenarios posibles para gestionar el proyecto de mejor manera (Nova 2018).

La planificación del proyecto de titulación consta de un proceso de preparación, requerimentación y la elaboración del plan de entrega. Durante esta etapa se revisa las herramientas y tecnologías que el centro utiliza a fin de hacer una estimación objetiva del esfuerzo requerido en el proyecto, se realiza las reuniones pertinentes para identificar las necesidades del cliente y se elabora un plan de desarrollo para cumplir con las tareas requeridas.

La especificación de requerimientos es el punto inicial del desarrollo de cualquier sistema, que permite identificar las metas globales del cliente, se analizan sus necesidades, planificación temporal y presupuestal para ayudar al desarrollo de proyecto (Nova 2018).

Para el proceso de requerimentación se estableció reuniones con el Ing. Geovanny Alarcón, director del centro de investigación CIMOGSYS. Una vez obtenidos los requerimientos se realiza la estimación del esfuerzo necesario para cada uno de ellos. La estimación de esfuerzo se realiza mediante la aplicación de la técnica tallas de camisetas, una métrica abstracta (*Ver tabla 4-2*) y donde un punto de esfuerzo estimado representa una hora de trabajo.

Tabla 4-2: Medidas de estimación T-Shirt

MEDIDAS	
TALLA	PTOS. ESTIMADOS
XL	80
L	40
M	20
S	10
XS	5

Realizado por: Mayra Olivo. 2018

La priorización de las tareas a realizar de acuerdo con las necesidades del cliente constituye una de las prácticas más importantes de SCRUM pues permite identificar los requerimientos más urgentes a desarrollar a fin de satisfacer las expectativas del cliente, haciendo entrega de un producto de valor en cada sprint. A continuación, se describe los requerimientos definidos, su prioridad y la estimación de esfuerzo requerido (*Ver tabla 5-2*).

Tabla 5-2: Product backlog

PRODUCT BACKLOG				
ID	HISTORIAS TÉCNICAS/ HISTORIAS DE USUARIO	ESTIMACION	PRIORIDAD	ESFUERZO
1	Definir estándar de interfaz de usuario.	S	1	10
2	Definir el estándar de programación.	S	1	10
3	Definir la arquitectura del sistema.	M	1	20
4	Definir las herramientas de programación a utilizar compatibles con los requerimientos del cliente	XL	1	40
5	Diseñar la base de datos espacial	M	1	40
6	Simular los servicios Restful que alimentarán la aplicación	L	1	40
7	Consumir servicios Restful	XL	1	80
8	Integrar Vue.js en Webpack	XL	1	80
9	Definir la tecnología del modelado de los edificios de la ESPOCH	M	1	40
10	Diseñar los componentes de la aplicación	M	1	40
11	Visualizar los edificios 3D georeferenciados en el mapa	M	1	20
12	Visualizar las áreas de gestión ubicadas en cada edificio	L	1	40
13	Visualizar la información general de cada área de gestión	M	1	20
14	Visualizar los indicadores por cada área de gestión	S	1	10
15	Registrar información básica de los visitantes del Geoportal: nombre y apellido, correo y perfil	M	2	20
16	Ingresar un nuevo edificio	S	2	10
17	Actualizar información sobre un edificio	L	2	40
18	Eliminar un edificio existente	S	2	10

19	Gestionar la información de las áreas de gestión	M	3	20
20	Gestionar la información de los visitantes	S	3	10
21	Gestionar los administradores del portal	S	3	10
22	Filtrar visualización de áreas de gestión según: facultades, carreras, extensiones y unidades administrativas	S	3	10
23	Semaforizar los valores de los indicadores de gestión	S	3	10
24	Logearme para acceder al panel de control del portal	S	3	10
TOTAL				640

Realizado por: Mayra Olivo. 2018

El Product Backlog detalla un total de 24 historias entre técnicas de usuario de las cuales 15 son de prioridad alta, 4 son de prioridad media y 6 son de prioridad baja.

Adicionalmente, el cliente ha sabido manifestar la necesidad de que el sistema cumpla con ciertos requerimientos no funcionales como son:

- Despliegue ágil de la información y sin la utilización de complementos adicionales al lenguaje web para la representación 3D del campus institucional.
- Diseño modular de los componentes del geoportail para facilitar su mantenibilidad de mismo a futuro.
- Simplicidad de diseño de interfaz que facilite la navegación y utilización de sus funcionalidades.

El plan de entrega, también llamado Sprint Backlog, es el conjunto de ítems del Product Backlog que, de acuerdo con la prioridad dada, se planea entregar al cliente en cada iteración como incremento de valor al proyecto, según menciona la Guía de Scrum (“¿Qué es Scrum?”, 2017) y tal como recomienda la duración de los Sprints debe ser consistente a lo largo del desarrollo.

Cada sprint se planifica en base a la prioridad dada a cada tarea con una duración los 80 puntos de esfuerzo en cada uno lo que genera un total de 8 sprints para la culminación del proyecto (*Ver tabla 6-2*).

Tabla 6-2: Sprint backlog

SPRINT BACKLOG				
No.	DESCRIPCIÓN	INICIO	FIN	EST.

1	Historias técnicas HT_01 Definir estándar de interfaz de usuario. HT_02 Definir el estándar de programación, HT_03 Definir la arquitectura del sistema, HT_04 Definir las herramientas de programación a utilizar compatibles con los requerimientos del cliente	9/4/2018	20/4/2018	80
2	Historias técnicas HT_05 Diseñar la base de datos espacial, HT_06 Simular los servicios Restful que alimentarán la aplicación	23/4/2018	4/5/2018	80
3	Historias técnicas HT_07 Consumir servicios Restful	7/5/2018	18/5/2018	80
4	Historias técnicas HT_08 Integrar Vue.js en Webpack	21/5/2018	1/6/2018	80
5	Historias técnicas HT_09 Definir la tecnología del modelado de los edificios de la ESPOCH y HT_10 Diseñar los componentes de la aplicación	4/6/2018	15/6/2018	80
6	Historias de Usuario HU_01 Visualizar los edificios 3D georeferenciados en el mapa, HU_ 02 Visualizar las áreas de gestión ubicadas en cada edificio, HU_03 Visualizar la información general de cada área de gestión	18/6/2018	29/6/2018	80
7	Historias de Usuario HU_04 Visualizar los indicadores por cada área de gestión, HU_05 Registrar información básica de los visitantes del Geoportal: nombre y apellido, correo y perfil, HU_06 Ingresar un nuevo edificio, HU_07 Actualizar información sobre un edificio	2/7/2018	13/7/2018	80
8	Historias de Usuario HU_08 Eliminar un edificio existente, HU_09 Gestionar la información de las áreas de gestión, HU_10 Gestionar la información de los visitantes, HU_11 Gestionar los administradores del portal, HU_12 Filtrar visualización de áreas de gestión según: facultades, carreras, extensiones y unidades administrativas, HU_13 Semaforizar los valores de los indicadores de gestión, HU_14 Logearme para acceder al panel de control del portal	16/7/2018	27/7/2018	80

TOTAL	640
--------------	------------

Realizado por: Mayra Olivo. 2018

Tras la planificación del plan de entrega se define el inicio del proyecto para el 9 de abril del 2018 y su finalización en el lapso de 8 sprints con un esfuerzo total de 640 puntos. Para mayor detalle sobre los sprints realizados referirse al *Anexo D*.

2.3 Desarrollo

La etapa de desarrollo comprende la codificación misma del proyecto de acuerdo con la planificación mencionada anteriormente. Cada uno de los sprint se desarrollan de manera organizada para cumplir con los requerimientos especificados por el cliente.

2.3.1 Estándar de Codificación

Definir un estándar de codificación facilita la comprensión, integración y mantenimiento de un sistema de software. Existen varias notaciones reconocidas e incluso se puede definir un estándar de codificación a medida de acuerdo con las necesidades del proyecto.

Para el desarrollo del proyecto se selecciona la notación CamelCase, específicamente su variante LowerCamelCase debido a la amplia aplicación que esta tiene en los proyectos previos que el centro de investigación CIMOGSYS desarrolla a fin de facilitar la lectura y mantenimiento del sistema por parte de terceros.

2.3.2 Arquitectura del Sistema

De acuerdo con el Software Engineering Institute, la Arquitectura de Software se refiere a “las estructuras de un sistema, compuestas de elementos con propiedades visibles de forma externa y las relaciones que existen entre ellos” (Cervantes).

Tras el análisis de las características del Geo Portal y sus requerimientos se define a la arquitectura SPA o Arquitectura de Servidor Delgado como la óptima. Esta arquitectura se caracteriza por la carga todos los datos necesarios en una página del lado del cliente lo que proporciona una experiencia de usuario más fluida.

La arquitectura del Geoportal se componen del cliente y el servidor e interactúan con la base de datos espacial y el servidor de modelos 3D. El diagrama de despliegue detalla la interacción de sus componentes (*Ver figura 7-2*).

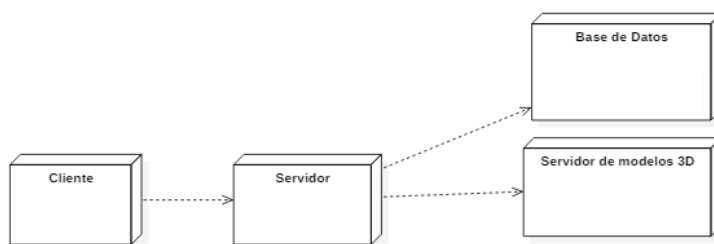


Figura 7-2: Diagrama de despliegue
Realizado por: Mayra Olivo. 2018

2.3.3 *Diseño de Interfaz de usuario*

El diseño de la interfaz de usuario es parte fundamental dentro del desarrollo del software para proveer al usuario una experiencia agradable, que facilite el entendimiento del sistema y sus diferentes funciones. Un buen diseño favorece a que la aplicación sea intuitiva y atractiva. La interfaz de usuario que utiliza el Geoportal fue elaborada por el equipo de diseño gráfico de CIMOGSYS (*Ver figura 8-2*).



Figura 8-2: Portada del Geoportal SGI Alpa

Realizado por: Mayra Olivo. 2018

2.3.4 Integración SIG-Sistema

El desarrollo del geoportal requiere la utilización e integración de varias tecnologías para la consecución del sistema. Es así como está integrado por: la base de datos espacial, el servidor de entidades 3D, el desarrollo del SIG, la creación de la aplicación de página única mediante el framework Vue.js para generar el visor 3D georeferenciado.

La creación de los modelos 3D se generó en SketchUp y para la optimización de mallas se usa 3DS Max. La base de datos se crea mediante la extensión PostGIS, el SIG permite la integración de los modelos 3D con georeferenciación para generar el GeoJSON que permita a la aplicación renderizar la información en la parte de la vista. La aplicación Front-End se desarrolla gracias a la utilización del framework VUE.js y la librería de web mapping (*Ver figura 9-2*).

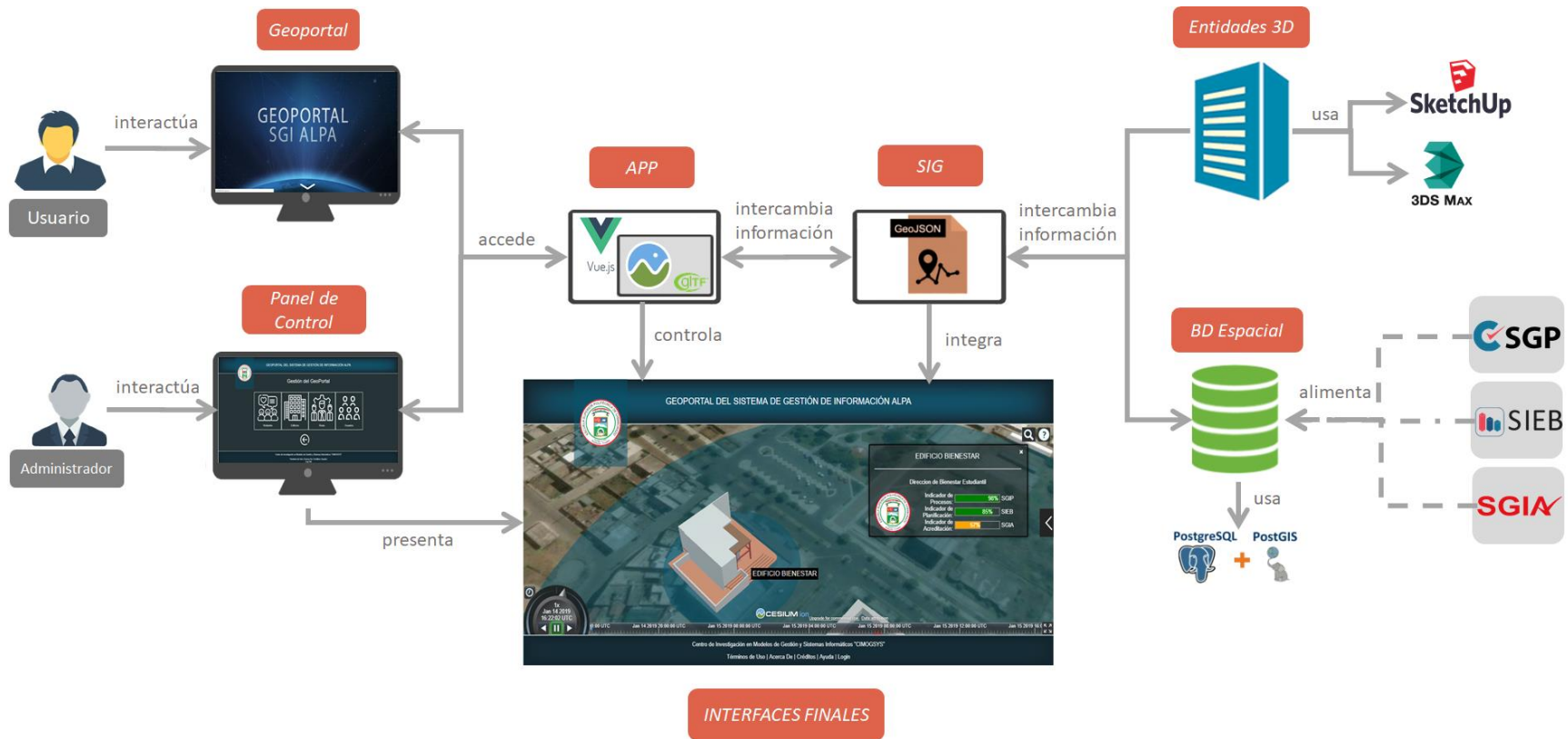


Figura 9-2: Integración del GIS – Esquema
 Realizado por: Mayra Olivo

2.3.5 Diseño de la Base de Datos Espacial

La base de datos es el repositorio que permite guardar grandes cantidades de información de forma organizada para ser utilizada posteriormente (Valdez, 2007). El diseño de base de datos apropiado facilita el acceso a la información requerida por parte del usuario, de manera eficaz, precisa y confiable.

La base de datos del Geoportal almacena la información correspondiente a los edificios de la institución relacionados con las áreas de gestión que en ellos se ubican. Por su condición de base de datos espacial se destaca el campo de tipo geometría que permite geo posicionarlos dentro de un SIG (Ver figura 10-2).



Figura 10-2: Diagrama físico de la base de datos.
Realizado por: Mayra Olivo. 2018

Para la implementación de la base de datos espacial se selecciona el sistema gestor de base de datos PostgreSQL por sus beneficios en cuanto a rendimiento, flexibilidad y licencia de código abierto que favorece su uso gratuito, además que presta la posibilidad de almacenar datos georreferenciados gracias a su extensión PostGIS.

2.3.6 Codificación

A fin de cumplir con los requerimientos especificados y por la compatibilidad de las librerías y framework a utilizar para el mismo, el proyecto de titulación se codifica en el lenguaje de programación JavaScript bajo el framework Vue.js incluyendo lenguajes SASS, HTML y SQL para los componentes respectivos. La aplicación consta de un total de 2 548 021 y debe su extensión a que se incluye el código correspondiente a las librerías integradas (*Ver figura 11-2*).

```

http://cloc.sourceforge.net v 1.64 T=239.62 s (60.4 files/s, 15572.6 lines/s)
-----
Language           files      blank      comment      code
-----
Javascript         10561     374014     764933     2054084
JSON                2707       1134         0         378498
C++                 72         4032        3534        23413
C/C++ Header       113        3576        2009        19107
Python              51         4197        7571        18716
TypeScript         108        2873        9234        14865
HTML               269        360          39        14489
CSS                 87         813         197         6384
CoffeeScript        57         1157         656         4307
YAML               176         126          113         4155
SASS                74         464          684         2536
Bourne Shell        74         401          315         2246
XML                 9          242          28         2098
make                27         260          54          803
Windows Module Definition 6          111           0          608
DOS Batch           60         2            0          409
Bourne Again Shell  11         67            20         266
Lisp                3           42            38         264
m4                  2           39            2         260
C#                  1           55            7         211
C                   3           31            29         136
Perl                1           16            30          57
Handlebars          2            8            0          42
Windows Resource File 1            1            1          33
diff                2            0            34          18
SQL                 1            3            0          12
Ruby                1            0            2           4
-----
SUM:                14479     394024     789530     2548021
-----

```

Figura 11-2: Detalle de las líneas de código de la aplicación

Realizado por: Mayra Olivo. 2018

2.3.7 Gestión del Proyecto

La gestión de proyectos de software es un proceso continuo que requiere estrategias y herramientas apropiadas que favorezcan la productividad. El fin de una planificación y control del proceso es llevar un desarrollo constante que garantice el alcance de los objetivos y así, satisfacer los requerimientos del cliente. Es una parte esencial de todo proyecto ágil y es una forma clara de mostrar al equipo qué está pasando y cómo se están realizando los avances en cada sprint.

Para la gestión del proyecto, se empleó el Burn Down Chart, herramienta que permite realizar el seguimiento al desarrollo del proyecto. Mediante un gráfico de trabajo pendiente en el tiempo se muestra la velocidad a la que se cumplen los requisitos e incluso permite extrapolar si se completará el trabajo en el tiempo planificado.

El proyecto de titulación se cumple acorde a la planificación haciendo entregas por sprint y se da inicio el 09 de abril del 2018 para finalizar en 8 sprints (*Ver gráfico 5-2*).

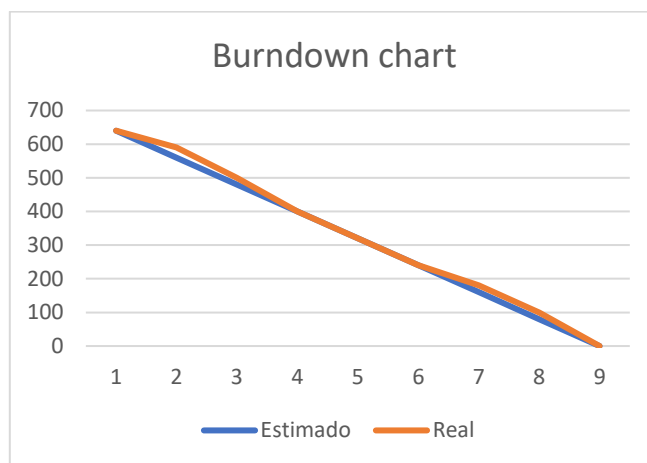


Gráfico 5-2: Burndown chart del Geoportal SGI Alpa.

Realizado por: Mayra Olivo. 2018

El Burndown chart del Geoportal SGI Alpa refleja el flujo de trabajo del desarrollo. El gráfico contrasta el esfuerzo restante estimado (línea azul) con esfuerzo restante real (línea naranja) en el lapso de cumplimiento de los sprints planificados. El flujo de trabajo en general se lleva acorde a la

planificación con excepción de los sprint 2, 3 y 7 y 8 donde el desarrollo de sus tareas toma un esfuerzo mayor del estimado incrementando 120 puntos de esfuerzo al total requerido por el proyecto, esto debido a la demora en la integración de las diferentes tecnologías previstas y al proceso de visualización de datos. Sin embargo, el proyecto es entregado en 8 sprints ya que para contrarrestar el esfuerzo extra requerido se incrementa el trabajo durante los sprints afectados.

El desarrollo del Geoportal se cumple en 8 sprints con la elaboración de 24 historias técnicas y de usuario y 47 pruebas de aceptación, para dar cumplimiento con los requerimientos especificados por el cliente.

2.4 Evaluación

La evaluación de la funcionalidad del geoportal, en términos de idoneidad se realiza para determinar el cumplimiento de los requisitos especificados. Esta evaluación permite determinar un nivel de calidad básico pero indispensable.

El estándar ISO 9126-3 se define 4 métricas para la evaluación de la sub característica idoneidad, de las cuales se considera la adecuación funcional, completitud funcional y cobertura funcional como las métricas a evaluar para el geoportal.

2.4.1 Planificación

Para la evaluación de la funcionalidad en términos de idoneidad se ha seleccionado dos recursos: la evaluación técnica y la encuesta a usuarios, en base a las métricas definidas por la norma ISO 9126-3. La combinación de estos recursos permite recopilar información sobre cómo son percibidas las funciones del sistema para determinar si en efecto se cumple con la característica de la funcionalidad.

2.4.2 Población y muestra

La población identificada para la aplicación de la encuesta se compone de los miembros del Centro de Investigación “CIMOGSYS” que suman un total de 9 personas. Esta población comprende miembros del área de gestión administrativa, diseño gráfico y desarrollo.

Se considera esta población debido a que los sistemas que componen el SGI Alpa aún están en etapa de desarrollo por tanto el geoportal no puede ser puesto en producción.

2.4.3 Herramientas

Para la evaluación del geoportal se emplea dos herramientas que son la evaluación técnica y la encuesta y a continuación se describe como se diseñan cada una de ellas.

2.4.3.1 Evaluación Técnica

La evaluación técnica consiste en la verificación del número de requerimientos que cumplen o no las métricas de adecuación funcional, completitud funcional, cobertura funcional, para obtener una relación con el total de requisitos. Este valor se proyecta como un porcentaje de cumplimiento de la métrica.

Para efectuar esta evaluación el estándar define las métricas, así como su propósito, método de aplicación, medida, fórmula, cómputo de datos, interpretación de valor medido, tipo de escala, tipo de medida, fuente de medición y público objetivo (*Ver tablas 7-2, 8-2 y 9-2*).

Tabla 7-2: Funcionalidad – Métricas de idoneidad

NOMBRE DE LA MÉTRICA	ADECUACIÓN FUNCIONAL
Propósito de la métrica	¿Qué tan idóneas son las funciones implementadas?
Método de aplicación	Contar el número de funciones implementadas que son idóneas para cumplir las tareas especificadas, después medir la proporción de las funciones implementadas Se debe medir: - Todas o parte de las especificaciones diseñadas. - Módulos completos o partes del producto de software.

Medida, formula y computo de los datos.	$X=1-A/B$ A= número de funciones detectadas con problemas en la evaluación B= número de funciones revisadas
Interpretación del valor medido	$0 \leq X \leq 1$ Mas cercano a 1 más adecuado.
Tipo de escala de la métrica	Absoluta
Tipo de medida	X=contado/contado A=contado B=contado
Fuente de medición	Especificación de Requerimientos, Código, Reporte de Revisión
Público Objetivo	Desarrolladores

Fuente: "Software engineering - Product quality - Part 3: Internal metrics", 2003

Realizado por: Mayra Olivo. 2018

Tabla 8-2: Funcionalidad – Métricas de idoneidad

NOMBRE DE LA MÉTRICA	COBERTURA DE LA IMPLEMENTACION FUNCIONAL
Propósito de la métrica	¿Qué tan completa es la implementación funcional?
Método de aplicación	Contar el número de funciones faltantes detectadas en la evaluación y comparar con el número de funciones descritas en la especificación de requerimientos
Medida, formula y computo de los datos.	$X=1-A/B$ A= número de funciones faltantes detectadas en la evaluación. B= número de funciones descrita en la especificación de requerimientos Nota: la entrada de procesos medidos es la especificación de requerimientos actualizadas. Cualquier cambio identificado durante el ciclo debe ser aplicado a la especificación de requerimientos antes se usar la medida de procesos
Interpretación del valor medido	$0 \leq X \leq 1$ Más cercado a 1 más completo
Tipo de escala de la métrica	Absoluta
Tipo de medida	X= contado A= contado B=contado
Fuente de medición	Especificación de Requerimientos, Código, Reporte de Revisión
Público Objetivo	Desarrolladores

Fuente: "Software engineering - Product quality - Part 3: Internal metrics," 2003

Realizado por: Mayra Olivo. 2018

Tabla 9-2: Funcionalidad – Métricas de idoneidad

NOMBRE DE LA MÉTRICA	INTEGRIDAD DE LA IMPLEMENTACION FUNCIONAL
Propósito de la métrica	¿Qué tan correcta es la implementación funcional?
Método de aplicación	Contar el número de funciones flotantes o incorrectas y comparar con el número de funciones descritas en la especificación de requerimientos.

Medida, formula y computo de los datos.	X=1-A/B A= número de funciones faltantes o incorrectas detectadas B= número de funciones descritas en la especificación de requerimientos
Interpretación del valor medido	0 <= X <= 1 Más cercano a 1 más correcto
Tipo de escala de la métrica	Absoluta
Tipo de medida	X= contado A= contado B= contado
Fuente de medición	Especificación de Requerimientos, Código, Reporte de Revisión
Público Objetivo	Desarrolladores

Fuente: “Software engineering - Product quality - Part 3: Internal metrics,” 2003

Realizado por: Mayra Olivo. 2018

2.4.3.2 Diseño de la Encuesta

La encuesta diseñada se dirige los miembros del Centro de Investigación “CIMOGSYS”. Tiene como objetivo evaluar la funcionalidad del geoportal en términos de idoneidad, según la norma ISO - 9126 para determinar el grado de cumplimiento de los requisitos especificados por el cliente.

La encuesta evalúa el grado de acuerdo de los encuestado con 6 afirmaciones referentes a funcionalidades del software y una afirmación que permite validar el geoportal como solución al problema. Para la valoración de las afirmaciones se implementa la escala Likert, en un rango de 1 a 5 donde 5 es el valor óptimo. Las 6 afirmaciones referentes a funcionalidades engloban los requisitos del cliente que competen con el usuario final. Para revisar la encuesta a detalle referirse al *Anexo A*.

2.4.4 Ambiente de evaluación

La evaluación del geoportal se desarrolla en el centro de investigación “CIMOGSYS”. Se planifica la reunión con el *product owner* para hacer la entrega del último incremento del geoportal y se procede a la evaluación de cada uno de los requisitos en torno a las métricas especificadas. Posteriormente se planifica una reunión con los miembros del centro para la presentación del geoportal y aplicación de la encuesta.

2.4.5 Obtención de datos

Los datos son obtenidos tras las reuniones con el *product owner*, con quien se realiza la evaluación técnica y con los miembros del centro de investigación, quienes valoran el software a través de la encuesta.

Para la aplicación de la encuesta, se expone el objetivo del producto, se demuestra las funcionalidades del geoportal y se introduce las métricas para que posteriormente los miembros puedan evaluarlas a mediante la encuesta.

2.4.6 Análisis de datos

El análisis de los datos se cumple tanto para la evaluación técnica como para la encuesta. Se determina el valor de cumplimiento de las métricas por cada funcionalidad y se obtiene la media ponderada por métrica. Se procede a identificar el nivel de aceptación correspondiente de acuerdo con los rangos definidos en la *tabla 10-2*. Se considera que el geoportal cumple con la característica de funcionalidad en términos de idoneidad si los valores obtenidos se encuentran en el nivel de aceptación *alto*.

Tabla 10-2: Parámetros de medición

NIVEL DE ACEPTACIÓN	RANGO DE ACEPTACIÓN
Alto	0,71 – 1,00
Medio	0,36 – 0,70
Bajo	0,00 – 0,35

Fuente: “Software engineering - Product quality - Part 3: Internal metrics,” 2003

Realizado por: Mayra Olivo. 2018

CAPITULO III

3. MARCO DE RESULTADOS

El presente capítulo detalla los resultados obtenidos tras desarrollar el geoportal para la gestión del Sistema de Gestión de Información Alpa de la ESPOCH utilizando el framework VUE.js. Dentro de este proceso constó la recopilación de la información sobre infraestructura física e indicadores de procesos planificación y acreditación provistos por el SGI Alpa de la ESPOCH para definir la línea base del geoportal, el análisis de las herramientas más adecuadas para el desarrollo del geoportal que sean compatibles con el framework VUE.js, el desarrollo del geoportal que permite acceder a la información sobre infraestructura e indicadores de gestión y la evaluación de la funcionalidad del geoportal en términos de idoneidad según la norma ISO 9126, dentro de su especificación 9126-3 donde se definen las métricas de calidad interna para verificar el cumplimiento de los requisitos, especificados por el cliente.

3.1 Resultados Obtenidos

Luego de la recopilación de información y evaluación de las tecnologías a utilizar, se desarrolló el Geo Portal del SGI Alpa empleando las herramientas Vue.js, PostgreSQL PostGIS para luego ser evaluado en términos de Idoneidad, sub-característica del atributo de calidad Funcionalidad descrito en la Norma ISO 9126-3.

3.2 Evaluación de la Funcionalidad en términos de Idoneidad

La evaluación de la funcionalidad del geoportal en términos de idoneidad se cumplió como detalla la metodología, a través de dos herramientas, la evaluación técnica y la aplicación de la encuesta.

3.2.1 *Evaluación de métricas según estándar 9126-3*

La evaluación técnica de las métricas: idoneidad, cobertura e integridad funcional, se realizó tras la aceptación del sistema por parte del cliente. Los valores obtenidos se detallan a continuación, (*ver tabla 11-3*), donde se describe las variables A, que representa el número de funciones que no cumplen con la métrica; B, que representa el total de funciones especificadas; X, que representa el valor de la medición tras aplicar la fórmula especificada por el estándar para obtener el nivel de aceptación correspondiente con el rango en el que se ubica la medición de la métrica.

Tabla 11-3: Evaluación de las métricas

NOMBRE DE LA MÉTRICA	VARIABLES	MEDICIÓN	NIVEL DE ACEPTACIÓN
Idoneidad Funcional	A=0	X=1	Alta
	B=14		
Cobertura de la implementación funcional	A=1	X=0.93	Alta
	B=14		
Integridad de la implementación funcional	A=0	X=1	Alta
	B=14		
TOTAL		X=0.9766	Alta

Realizado por: Mayra Olivo, 2018.

Tras analizar la idoneidad del software en función de las métricas: adecuación, cobertura e integridad y de acuerdo con los parámetros de medición, se determinó que el software cumple un alto nivel de aceptación (97,66%) por lo que se definió como un software funcional en términos de idoneidad de acuerdo con los requerimientos del cliente.

3.2.2 Evaluación de funcionalidad mediante encuesta al final

Se consideró importante contrastar la evaluación de la funcionalidad del geoportal en base a métricas con la percepción del usuario final para obtener una mejor retroalimentación sobre el desempeño de las funciones implementadas para el sistema.

3.2.2.1 Adecuación de la Implementación Funcional

La encuesta permitió valorar la Adecuación Funcional del sistema (**Ver gráfico 6-3**). Se evidenció un alto grado de satisfacción de las funcionalidades del geoportal en términos de adecuación por cada uno de los encuestados debido a que los valores se encuentran por encima del 80%.

Desde el punto de vista general los usuarios valoran el cumplimiento de la adecuación en un 94%, este parámetro puede ser visualizado en un modelo estadístico de pastel (**Ver gráfico 7-3**).

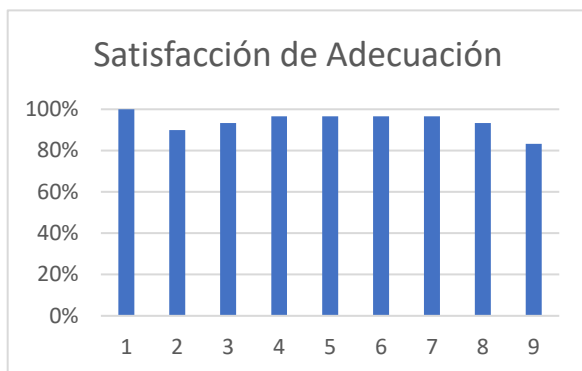


Gráfico 6-3: Satisfacción de Adecuación por el encuestado.

Realizado por: Mayra Olivo. 2018

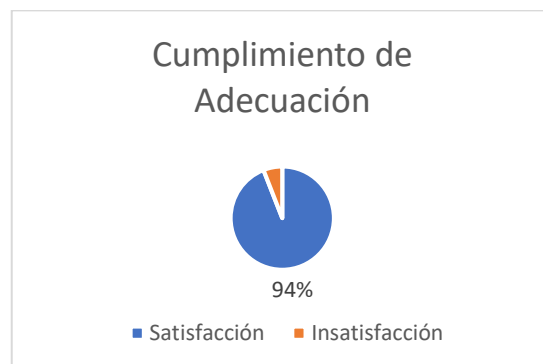


Gráfico 7-3: Satisfacción de Adecuación por encuestado.

Realizado por: Mayra Olivo. 2018

3.2.2.2 Cobertura de la Implementación Funcional

En cuanto a la implementación funcional se evidenció que la valoración funcionalidades continua en un rango mayor al 80% (**Ver gráfico 8-3**). En términos generales, se determinó que la cobertura de las funcionalidades implementadas se cumple en un 90%, es decir, un alto grado de aceptación (**Ver gráfico 9-3**).

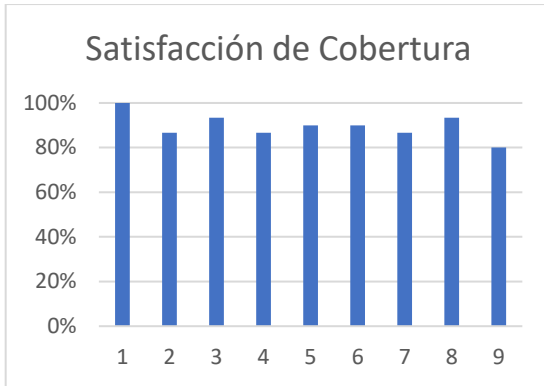


Gráfico 8-3: Satisfacción de Cobertura por el encuestado.

Realizado por: Mayra Olivo. 2018

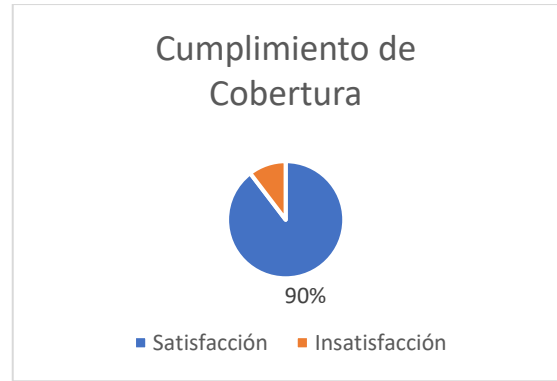


Gráfico 9-3: Satisfacción de Cobertura General

Realizado por: Mayra Olivo. 2018

3.2.2.3 Integridad de la implementación funcional

Correspondiente a la integridad de la implementación funcional se evidenció que la valoración de la de las funcionalidades implementadas es percibida en un rango no menor a 85% (**Ver gráfico 10-3**), lo que a nivel general representa un 93% de cumplimiento de la integridad de las funcionalidades implementadas (**Ver gráfico 11-3**).

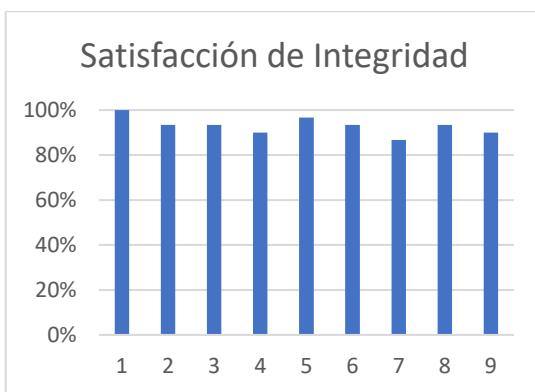


Gráfico 10-3: Satisfacción de Integridad por el encuestado.

Realizado por: Mayra Olivo. 2018



Gráfico 11-3: Satisfacción de Integridad General

Realizado por: Mayra Olivo. 20

Para contrastar los valores obtenidos de acuerdo con la aplicación del método de evaluación de métricas propuesto por el estándar 9126-3 y la percepción del usuario final en torno a las mismas métricas se emplea una tabla comparativa (*Ver tabla 12-3*).

Se destaca que la valoración del cumplimiento de la funcionalidad en términos de idoneidad por medio de la encuesta presenta un rango de aceptación alta (92.3%) sin embargo es menor a la estimada por el primer método (97.66%), esto se debe a el primer método es meramente técnico y se limita a los requisitos especificados en un documento el mismo que refleja la visión y necesidades del cliente en un tiempo determinado, sin embargo, la encuesta permite recoger las apreciaciones de varios perfiles que evalúan las funcionalidades desde distintos niveles de conocimiento.

Tabla 12-3: Comparación de técnicas de evaluación de funcionalidad empleadas

	Evaluación Técnica	Encuesta	Nivel de Aceptación
Adecuación de la implementación Funcional	100%	94%	Alta
Cobertura de la implementación funcional	93%	90%	Alta
Integridad de la implementación funcional	100%	93%	Alta
IDONEIDAD DE LA FUNCIONALIDAD	97.66%	92.33%	Alta

Realizado por: Mayra Olivo, 2018.

Adicionalmente, se evaluó el grado de acuerdo de los encuestados con interrogante planteada inicialmente sobre si el geoportal permite la visualización oportuna de la información sobre indicadores de gestión e infraestructura de la ESPOCH para favorecer la toma de decisiones. De esta evaluación resultó que los usuarios encuestados acuerdan en un 93.33% con dicha afirmación. Esto permite determinar que en el efecto el sistema desarrollado está encaminado correctamente a la presentación de información oportuna y precisa que ayuda a la toma de decisiones a nivel administrativo de la institución, en este caso la ESPOCH.

CONCLUSIONES

- Se recopiló la información pertinente para la definición de la línea base del geoportal, el estado de la infraestructura, futuras construcciones, edificaciones obsoletas, principales edificaciones a modelar y el estado de los sistemas informáticos de gestión institucional desarrollados por “CIMOGRYS” que se prevé colaborarán con el geoportal.
- El análisis de las herramientas de desarrollo del geoportal permitió identificar a PostgreSQL/PostGIS como las herramientas idóneas para asegurar el cumplimiento de los requerimientos del geoportal pues se determinó que las herramientas cumplen al 100% con las características necesarias como: mapeo 3D, basada en WebGL, compatibilidad con Vue.js, rendimiento, estabilidad y funciones espaciales requeridas, respectivamente y son tecnologías de tipo Open Source.
- El desarrollo del geoportal de gestión del SGI Alpa se cumplió dentro del período especificado, tras la presentación de 8 sprints, 10 historias de técnicas y 14 historias de usuario, 56 tareas de ingeniería y 47 pruebas de aceptación. Se estimó un esfuerzo de 640 puntos, sin embargo, se registró un esfuerzo total de 760 puntos.
- La evaluación de la funcionalidad del sistema en términos de idoneidad se realizó en base a las métricas establecida por el estándar ISO 9126-3. Para ello se aplicó dos recursos, la evaluación técnica y la aplicación de encuestas a usuarios finales del geoportal. Resultó así que el geoportal cumple con el 97.66% de funcionalidad de acuerdo con el método de evaluación del estándar ISO 9126-3 mientras que según las encuestas aplicadas se cumple con un 92.33%. Valoraciones que se encuentran en un nivel alto de aceptación concluyendo que el geoportal cumple con la característica de funcionalidad en términos de idoneidad.
- Se determinó mediante la encuesta que el geoportal permite la visualización oportuna de la información sobre indicadores de gestión e infraestructura de la ESPOCH para favorecer la toma de decisiones en un 93.33%.

RECOMENDACIONES

- Continuar la investigación y desarrollo del geoportal para implementar nuevas funcionalidades como la generación de puntos calientes, identificación de áreas mediante análisis GIS y la ampliación del campus modelado.
- Emplear el uso del framework Vue.js para el desarrollo de proyectos web debido a que favorece la productividad en el área de desarrollo y facilita la implementación de reactividad a las aplicaciones para ofrecer una mejor experiencia de usuario.
- Implementar la técnica desarrollada en este sistema (Combinación SIG – Librerías Open Source - Ambientes Web - Entidades 3D) en nuevos portales de la ESPOCH para mejorar la interacción con la información.
- Evaluar el sistema con nuevas herramientas a fin de incluir parámetros y aspectos provenientes de distintos puntos de vista generando una retroalimentación más objetiva para el desarrollo de software de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, L.A., BECERRA, F.A. y JARAMILLO, D.**, Sistema de Información Estratégica para la Gestión Universitaria en la Universidad de Otavalo (Ecuador). *Formación universitaria* [en línea], vol. 10, no. 2, pp. 103-112. 2017. [Consulta: 14 abril 2018]. ISSN 0718-5006. DOI 10.4067/S0718-50062017000200011. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-50062017000200011&lng=es&nrm=iso&tlng=pt.
- AHUMADA RODRIGUEZ, R.J.**, DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GERENCIAL ALINEADO CON LA ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA DE LA EMPRESA PARA EL SOPORTE EN LA TOMA DE DECISIONES A NIVEL ESTRATÉGICO. [en línea], 2011. [Consulta: 16 abril 2018]. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/6433/1/822050.2011.pdf>
- ALARCÓN PARRA, G.J. y ALARCÓN PARRA, P.I.**, Uso del Sistema de Gestión de la Información ALPA para la evaluación. [en línea], no. Revista Atlante. 2017. [Consulta: 21 noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/atlante/2017/07/alpa-ecuador.html>.
- ALBÁN RECALDE, E.G. y BASSANTE BARBERÁN, A.M.**, Desarrollo de una aplicación móvil de orientación y ubicación para personas que ingresen en la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE Extensión Latacunga Campus Centro. [en línea], 2015. [Consulta: 16 abril 2018]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/10162>.
- ALMUIÑAS RIVERO, J.L. y GALARZA LÓPEZ, J.**, El proceso de planificación estratégica en las universidades: desencuentros y retos para el mejoramiento de su calidad. *Revista Gestão Universitária na América Latina - GUAL* [en línea], vol. 5, no. 2. 2012. [Consulta: 12 abril 2018]. ISSN 1983-4535. DOI 10.5007/1983-4535.2012v5n2p72. Disponible en: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/gual/article/view/25680>.
- Arquitectura de un SPA · Desarrollo de aplicaciones web. [en línea], 2018. [Consulta: 30 noviembre 2018]. Disponible en: https://juanda.gitbooks.io/webapps/content/spa/arquitectura_de_un_spa.html.
- Bases de Datos y Sistemas de Información Geográfica. [en línea], 2017. [Consulta: 2 diciembre 2018]. Disponible en: <http://mateo.pbworks.com/w/page/114444715/BASES%20DE%20DATOS%20Y%20SISTEMAS%20DE%20INFORMACION%20GEOGRAFICA>.
- BATISTA HERNÁNDEZ, N., ORDOÑEZ GUERRERO, R. y AVILÉS QUIÑONEZ, W.P.**, Universidad y planificación estratégica en el Ecuador. *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación*. ISSN 2224-2643 [en línea], vol. 7, no. 2, pp. 171-180. 2016. [Consulta: 14 abril 2018]. ISSN 2224-2643. Disponible en: <http://www.runachayecuador.com/refcale/index.php/didascalia/article/view/1137>.

- BUENAÑO CARRILLO, J.L. y VELOZ BASTIDAS, C.D.**, Desarrollo de un geoportal para la información y seguimiento de las obras del GAD de Colta. [en línea], 2017. [Consulta: 2 enero 2019]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9062>.
- CADAVID, A.N.**, Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Prospectiva* [en línea], vol. 11, no. 2, pp. 30. 2013. [Consulta: 17 octubre 2018]. ISSN 22161368, 16928261. DOI 10.15665/rp.v11i2.36. Disponible en: <http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/view/36>.
- CARRILLO BASTIDAS, G., MAGÜES MARTÍNEZ, D. y OCHOA CHEHAB, X.**, Sistema de información geográfico de ayuda para la toma de decisiones en la planificación física del campus “gustavo galindo v.” de la ESPOL. [en línea], 2009. [Consulta: 16 abril 2018]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/483>.
- CATALDI, Z.**, *Una metodología para el diseño, desarrollo y evaluación de software educativo* [en línea]. Tesis. S.l.: Facultad de Informática. 2000. [Consulta: 3 enero 2019]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10915/4055>.
- CERVANTES, H.**, Arquitectura de Software | SG Buzz. [en línea]. 2015. [Consulta: 8 diciembre 2018]. Disponible en: <https://sg.com.mx/revista/27/arquitectura-software>.
- CesiumJS - Geospatial 3D Mapping and Virtual Globe Platform. [en línea], 2018. [Consulta: 16 octubre 2018]. Disponible en: <https://cesiumjs.org/>.
- CHIMBORAZO, C. y ALFONSO, V.**, Análisis Comparativo entre los Motores de Base de Datos Postgresql y Firebird Aplicando al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San José de Chimbo. [en línea], 2015. [Consulta: 16 octubre 2018]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4385>.
- DÍAZ PACHECO, H.F.**, Desarrollo de una guía institucional interactiva multimedia de la EPN para tecnología móvil. [en línea], 2015. [Consulta: 16 abril 2018]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11050>.
- DONGIL SÁNCHEZ, J.A.**, Desarrolla aplicaciones con VueJS. [en línea]. 2017. [Consulta: 17 abril 2018]. Disponible en: <https://legacy.gitbook.com/book/jdonsan/desarrolla-aplicaciones-con-vuejs/details>.
- FRANCIA, J.**, ¿Qué es Scrum? *Scrum.org* [en línea]. 2017. [Consulta: 29 noviembre 2018]. Disponible en: <https://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum>.
- FUSTER PÉREZ, J.P.**, La planificación estratégica: una propuesta metodológica para gestionar el cambio en políticas de innovación educativa. *Revista Iberoamericana de Educación* [en línea], vol. 46, no. 1, pp. 1-11. ISSN 1022-6508, 2008. [Consulta: 29 noviembre 2018]. Disponible en: <https://rieoei.org/RIE/article/view/2013>.
- HENAO ARIAS, M. y MONSALVE, J.F.**, Usando los SIG para mejorar la calidad de las decisiones tomadas por la Secretaria de Educación de Caldas. *2014* [en línea], pp. 22. Disponible en: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1919/Henao_Mauricio_2014.pdf?sequence=1.

- HERRERA, M.**, INGENIERÍA DEL SOFTWARE: METODOLOGÍAS Y CICLOS DE VIDA Laboratorio Nacional de Calidad del Software. [en línea], 2009. [Consulta: 16 octubre 2018]. Disponible en: http://www.academia.edu/9795641/INGENIER%20%8DA_DEL_SOFTWARE_METODOLOG%20%8DAS_Y_CICLOS_DE_VIDA_Laboratorio_Nacional_de_Calidad_del_Software.
- JIMÉNEZ MOYA, G.E., LEÓN COMPANIONI, A., PIÑERO PÉREZ, P.Y. y ROMILLO TARKE, P.**, SIGESPRO: Sistemas de Información Geográfica para controlar proyectos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas* [en línea], vol. 10, no. 2, pp. 181-195. 2016. [Consulta: 16 abril 2018]. ISSN 2227-1899. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2227-18992016000200012&lng=es&nrm=iso&tlng=pt.
- LEÓN, A.**, La planificación operativa con enfoque en procesos para universidades en Ecuador. *Revista Ingeniería Industrial*, vol. Vol XXXVIII, 2017., pp. Pag 116 – 127. 2017.
- MORALES, A.**, Las mejores librerías JavaScript para web mapping en 2018. *MappingGIS* [en línea]. 2018. [Consulta: 15 enero 2019]. Disponible en: <https://mappinggis.com/2015/03/las-mejores-apis-javascript-para-webmapping/>.
- MySQL spatial VS PostGIS. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 16 enero 2019]. Disponible en: <https://www.programering.com/a/MTNwQjMwATI.html>.
- Node.js. *Node.js* [en línea], 2018. [Consulta: 16 octubre 2018]. Disponible en: <https://nodejs.org/es/about/>.
- NOVA, P.**, PLANEACION DE PROYECTOS DE SOFTWARE. [en línea]. 2018. [Consulta: 2 enero 2019]. Disponible en: <http://www.e-mas.co.cl/categorias/informatica/analisisyd.htm>.
- PIÑERO, P.; et al. Sapiens.**, GESPRO. Paquete para la gestión de proyectos. *Nueva Empresa*, vol. 9, 2013. pp. 45-53.
- PODYACHIY, D.**, Vue.js: Vue.js - Un challengeur de poids | Blog Xebia. [en línea]. 2017. [Consulta: 30 abril 2018]. Disponible en: <https://blog.xebia.fr/2016/11/22/vue-js-vue-js-un-challengeur-de-poids/>.
- ¿Por qué utilizar PostGIS? *Imasgal Técnica S.L.* [en línea], 2017. [Consulta: 2 diciembre 2018]. Disponible en: <https://imasgal.com/por-que-utilizar-postgis/>.
- PostgreSQL: The world's most advanced open source database. [en línea], 2018. [Consulta: 16 octubre 2018]. Disponible en: <https://www.postgresql.org/>.
- RAMÍREZ ECHEVERRI, D.**, Gengular : Hacia la automatización de aplicaciones empresariales bajo el paradigma de arquitectura SPA y el enfoque MDE. 2017 [en línea], 2018. pp. 78. [Consulta: 16 abril 2018]. Disponible en: <http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/33914>.
- RIERA GALLEGOS, F.A.**, Mapa virtual USFQ 3D Community, aplicación nativa. [en línea], 2012. [Consulta: 14 abril 2018]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5138>.

S, I., Buenas prácticas en planificación estratégica para las universidades. [en línea]. 2016. [Consulta: 30 abril 2018]. Disponible en: <https://www.u-planner.com/es/blog/conoce-buenas-practicas-en-planificacion-estrategica-para-las-universidades>.

SCOTT, E.A., *SPA design and architecture: understanding single-page web applications*. Shelter Island, NY: Manning. ISBN 978-1-61729-243-9. TK5105.888. S389 2016

Sistemas de Información Geográfica - Tipos y aplicaciones empresariales. [en línea], 2010. [Consulta: 21 enero 2019]. Disponible en: <http://sig.cea.es>.

Software engineering - Product quality - Part 3: Internal metrics. [en línea], 2003. [Consulta: 3 diciembre 2018]. Disponible en: https://webstore.iec.ch/preview/info_isoiec9126-3%7Bed1.0%7Den.pdf.

Vue.js - Intuitive, Fast and Composable MVVM for building interactive interfaces. [en línea], 2018. [Consulta: 17 abril 2018]. Disponible en: <https://es-vuejs.github.io/vuejs.org/>.

ANEXOS