

# INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INFORMÁTICA EN LAS ORGANIZACIONES

2018

Unidad Académica  
de Tecnologías de  
la Información y  
la Comunicación (TIC)



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE CUENCA



Av. de las Américas y Humboldt, Cuenca, Ecuador.  
www.ucacue.edu.ec

Innovación y Tecnología Informática en las organizaciones I Congreso Internacional, Innovación y Tecnología Informática en las organizaciones

ISBN: 978-9942-27-088-7

Edición y Corrección  
Lic. Marilín Balmaseda Mederos, MSc.

Diagramación y maquetación en  $\text{\LaTeX}$   
Ing. Rodolfo Barbeito Rodríguez

Diseño de cubierta  
Ing. Paúl Esteban Pulla Chuchuca

Esta obra cumplió con el proceso de revisión por pares académicos bajo la modalidad de doble par ciego

Los contenidos de esta obra son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Universidad Católica de Cuenca.



**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE CUENCA**  
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

## **INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INFORMÁTICA EN LAS ORGANIZACIONES**

**UNIDAD ACADÉMICA DE TECNOLOGÍAS  
DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC)**

**Universidad Católica de Cuenca (UCACUE)**

Dr. Enrique Pozo Cabrera  
Rector

**Unidad Académica de Tecnologías de la Información y la Comunicación(TIC)**

Ing. Diego Marcelo Cordero Guzmán, PhD.  
Decano

Ing. Andrea Vanessa Mory Alvarado, Mgs.  
Subdecana





# INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INFORMÁTICA EN LAS ORGANIZACIONES

**Presidente Comité Científico del Congreso**  
Ing. Milton Alfredo Campoverde Molina, MSc.

## COMITÉ CIENTÍFICO

Mara Ximena Falconí Abad, MSc.	Vicepresidenta IEEE Sección Ecuador
Milton Leonardo Labanda Jaramillo, Mgs.	Universidad Nacional de Loja (UNL)
Luis Antonio Chamba Eras, PhD.	Universidad Nacional de Loja (UNL)
Fernando Napoleón Solórzano Martínez, PhD.	Universidad Politécnica Salesiana (UPS)
Eliezer Colina Morles, PhD.	Universidad de Cuenca
Cosme MacArthur Ortega Bustamante, Mgs.	Universidad Técnica del Norte
Joffre Vicente León Acurio, Mgs.	Universidad Técnica de Babahoyo
Luis Javier Serpa Andrade, Mgs.	Universidad Politécnica Salesiana (UPS)
Jennifer Andrea Yépez Alulema, Mgs.	Universidad Politécnica Salesiana (UPS)
Paúl Fernando Bernal Barzallo, Mgs.	Red CEDIA
Magi Paúl Diaz Zuñiga, Mgs.	Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE
Diego Miguel Marcillo Parra, PhD.	Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE
Marcos Patricio Orellana Cordero, Mgs.	Universidad del Azuay
Estevan Ricardo Gómez Torres, PhD.	Universidad Tecnológica Equinoccial
Carlos Armando Echeverría Avendaño, PhD.	Universidad de los Andes Venezuela
Miguel Ángel Suárez Ledo, PhD.	Universidad Yachay Tech
Fernando Rafael Guffante Naranjo, Mgs.	Universidad Nacional de Chimborazo
Edison Luis Lojan Cueva, Mgs.	Universidad Técnica de Machala



# Prólogo

La unidad Académica de Tecnologías de la Información y la Comunicación de la Universidad Católica de Cuenca, en su proceso de formación de profesionales en las ramas de la computación, en su necesidad de contribuir a la socialización de aspectos relacionados con las carreras que desarrolla, en común acuerdo con la política institucional de contribuir al incremento del acervo científico, a través de la producción académica de sus colaboradores y técnicos relacionados, ejecuta el “I CONGRESO INTERNACIONAL INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INFORMÁTICA EN LAS ORGANIZACIONES”, el 27, 28 y 29 de junio de 2018.

Espacio, que tiene como intención principal aportar al desarrollo organizacional, a través de la divulgación de trabajos científicos sobre la informatización en las organizaciones, elaborados en base a políticas y estándares de revisión y edición, factores que garantizan la calidad de la producción. Los conjuntos de ponencias validadas se enmarcan en las temáticas del evento, que contemplan: sistema de información organizacionales; inteligencia de negocios; software organizacional; calculo computacional; internet de las cosas; seguridad informática; gobierno y gestión de tecnologías de información; entre otras. Obras que se sintetizan en el presente ebook, medio digital que busca trasladar fronteras como una fuente válida de conocimiento que apoya el progreso de la comunidad en su conjunto.

Paralela a la producción de la obra, se desarrolla el congreso, con ciclos de ponencias, talleres prácticos y charlas magistrales, dirigidas a profesionales, profesores y estudiantes con afinidad en la rama; entre los expositores destacan, profesionales e investigadores con una amplia trayectoria internacional y experiencia.

Que todo lo en esta obra se comparta sea conocimiento válido, que nos permita crecer profesionalmente, que sea parte de los instrumentos que apoyen el fortalecimiento y madurez del sector informático de la región y el país, en pos de apoyar la consecución de mejores condiciones de vida para el grupo humano, con el que cohabitamos.

Ing. Diego Marcelo Cordero Guzmán, PhD.





## Tabla de contenidos

Prólogo

vii

### **GOBIERNO Y GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN 1**

Propuesta de un modelo de la gestión de talento humano usando estándares Cobit 5.0 para empresas públicas

*Andrea Vanessa Mory Alvarado* 1

Propuesta para la gestión de la seguridad informática usando el marco de trabajo Cobit 5.0

*Diego Marcelo Cordero Guzmán* 7

Planificación estratégica de tecnología de información: caso de estudio la Universidad Católica de Cuenca

*Jenny Karina Vizñay Durán\**, *Milton Alfredo Campoverde Molina* y *Diana Ximena Poma Japón* 13

### **INGENIERÍA DE SOFTWARE ORGANIZACIONAL 21**

Análisis de alternativas metodológicas para el desarrollo de software móvil para casas inteligentes

*Cesár Remigio Vega Abad\** y *Jaime Hernán Niveló Fernández* 21

Análisis del vocabulario controlado AGROVOC y su aplicación en el dominio avícola

*Carlos Enrique Encalada Loja* 27

Aplicación de metodologías ágiles de desarrollo de software para la construcción de una plataforma móvil para el alquiler de servicios de transporte liviano en el Cantón Cañar

*Julio Jhovany Santacruz Espinoza\** y *Luis Fernando Garzón Abad* 35

Software para la gestión de actividades del modelo M-FREE

*Silvia Eulalia Vintimilla Jara\** y *Fausto Giovanni Estévez Abad* 45

Topología predial para el análisis de colindantes en una base de datos geográfica

*Andrés Sebastián Quevedo Sacoto*, *César Alvarito Coronel* y *Zhindón Mora Martín Giovanni* 53

Accesibilidad web en las empresas municipales y de servicios de la ilustre municipalidad de Cuenca. Análisis preliminar

*Milton Alfredo Campoverde Molina\**, *Jenny Karina Vizñay Durán* y *Diana Ximena Poma Japón* 57

<b>INTERNET DE LAS COSAS</b>	<b>65</b>
Guía de diseño que permite a los usuarios finales conectar objetos de internet de las cosas (IoT) <i>Carlos Enrique Encalada Loja*</i> , <i>Christian Giovanny Guamán Ávila</i> y <i>Luis Miguel Palacios Nugra</i>	65
Propuesta de plataforma tecnológica de Internet de las Cosas basada en micro-servicios y orientada a Amazon Web Services <i>Andrés Octavio Solórzano Criollo</i>	73
<b>SEGURIDAD INFORMÁTICA</b>	<b>81</b>
Cumplimiento de la política de seguridad: una revisión descriptiva <i>Gabriela Montesdeoca Vásquez*</i> y <i>Francisco Bolaños Burgos</i>	81
Modelo de Análisis de Riesgos en Uso de las Tic's sobre Instituciones Educativas, caso Universidad Católica de Cuenca <i>Juan Pablo Cuenca Tapia*</i> y <i>Gabriel Toalongo González</i>	89
Estudio de vulnerabilidades en las pequeñas y medianas empresas utilizando el IDS SNORT <i>Miguel A. Tunubalá*</i> , <i>Fernando Mauricio Rosero</i> , <i>Amanda Grajales</i> , <i>Katerine Marceles</i> y <i>Siler Amador Donado</i>	97
Prueba de concepto sobre aplicaciones web siguiendo la metodología OWASP utilizando dispositivos SBC de bajo costo <i>Andrés Muñoz Mayorga*</i> , <i>Santiago Pérez Solarte</i> y <i>Siler Amador Donado</i>	103
<b>INTELIGENCIA DE NEGOCIOS</b>	<b>109</b>
Inteligencia de Negocios: Análisis y Visualización de Datos Clínicos usando la metodología Cuantitativa, Caso de estudio: Laboratorio Clínico con Tableau <i>José Antonio Carrillo Zenteno*</i> y <i>Danny Patricio Andrade Cárdenas</i>	109
Análisis de incidencia laboral a graduados de ingeniería de sistemas de la UCACUE <i>Diana Ximena Poma Japón*</i> , <i>Milton Alfredo Campoverde Molina</i> y <i>Jenny Karina Vizñay Durán</i>	113
Inteligencia de Negocios: Análisis de la Cartera por concepto de Predios en el Municipio del Cantón Cañar <i>Danny Patricio Andrade Cárdenas*</i> y <i>José Antonio Carrillo Zenteno</i>	119
<b>CÁLCULO COMPUTACIONAL</b>	<b>125</b>
Dependencia de los vínculos en un modelo sociofísico de influencia social <i>Orlando Álvarez Llamaza</i>	125







# Propuesta de un modelo de la gestión de talento humano usando estándares Cobit 5.0 para empresas públicas

Andrea Vanessa Mory Alvarado<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Unidad Académica de Tecnologías de la Información y la Comunicación,  
Universidad Católica de Cuenca, Ecuador

\*amorya@ucacue.edu.ec

## Resumen

La falta de marcos de trabajo adecuados en las organizaciones para procesos de reclutamiento y selección de personal, motiva la presente investigación; con la misma se propone como objetivo afianzar y mejorar el nivel de rendimiento de este subsistema, de modo que el personal de TI, sea el más idóneo, contribuyendo a la eficiencia y eficacia en la gestión de su desempeño. El trabajo busca dar solución al problema de la gestión de talento humano al momento de seleccionar y reclutar personal para laborar en el área de tecnologías de información, específicamente se analiza la empresa pública SENPLADES. Para ello, se aplica el siguiente método: se toma como referencia el marco de trabajo COBIT 5.0, en primera instancia se ejecuta una revisión de la literatura, a continuación se analiza el caso de estudio y se ejecuta la propuesta de mejora junto con las recomendaciones al objetivo de control sobre contratación de personal. Se concluye al final que es totalmente factible la aplicación del marco de trabajo de gobierno de TI, para la gestión de talento humano, que habilite el reclutamiento y selección de personal de TI. En adición se recalca que existen pendientes de los subsistemas de gestión de talento humano, para próximas investigaciones, como el caso de evaluación de desempeño, rotación de personal, capacitación.

**Palabras clave:** COBIT 5.0, Gobierno de TI, Gestión de Talento Humano.

## Abstract

*The lack of adequate frameworks in organizations for processes of recruitment and selection of personnel motivates the present investigation; with it, the objective is to consolidate and improve the performance level of this subsystem, so that the IT staff is the most suitable, contributing to efficiency and effectiveness in the management of their performance. The work seeks to solve the problem of human talent management when selecting and recruiting personnel to work in the area of information technologies, specifically the public company SENPLADES is analyzed. To do this, the following method is applied: the COBIT 5.0 framework is taken as a reference, in the first instance a review of the literature is carried out, the case study is then analyzed and the improvement proposal is executed together with the recommendations to the objective of control over hiring of personnel. It concludes in the end that it is totally feasible to apply the IT governance framework for the management of human talent, which enables the recruitment and selection of IT personnel. In addition it is stressed that there are pending human talent management subsystems, for future research, such as the case of performance evaluation, staff rotation, training.*

**Key words:** COBIT 5.0 , IT Governance, Human Talent Management.

## 1 Introducción

Los subsistemas de Gestión de Talento Humano al interior de las organizaciones, contienen un conjunto de componentes, como: reclutamiento y selección, capacitación, rotación de personal, evaluación de desempeño, clima laboral. Los mismos que se extienden de manera transversal a lo largo de la entidad, es decir son aplicados por igual para todas las áreas funcionales. Sin embargo, es preciso recalcar que para áreas como las de las tecnologías de la información, es necesario mantener énfasis en subsistemas como el de reclutamiento y Selección de Personal

No existe un marco de trabajo adecuado para el proceso de reclutamiento y selección de personal para el talento humano de tecnologías de la información. en SENPLADES

La presente investigación tiene como finalidad el solventar el problema presente en la gestión del talento humano para el personal de tecnologías de la información, en específico en el proceso de contratación de personal. El objetivo es el de supervisar o mejorar esa actividad, de modo que se pueda lograr, mayor calidad y eficiencia, en la involucración de personal de tecnologías de la información, en la empresa pública SENPLADES, en la zona distrital de la ciudad de Cuenca en Ecuador. Es de aclarar que la propuesta generada en la investigación, se enmarca dentro de todo el esquema de gestión de talento humano de la organización.

En la actualidad existe el problema latente de no ejecutar de manera adecuada la selección y contratación del personal técnico de TI, en muchas de las etapas se rompe

la cadena de integridad como, la mala definición de los requerimiento, por parte del encargado de armar y definir los perfiles profesionales de TI para contratación, lo cual desemboca a involucrar a personal no idóneo para el cargo. Esta es una de las fallas detectadas en el estudio realizado, por lo que se propone una mejor forma de llevar el proceso de contratación de personal en base a COBIT 5.0.

Para dar cumplimiento a lo previsto, se parte de un análisis de la literatura, se hace referencia de manera concreta al proceso de Gestión de Talento Humano de COBIT, y en específico al objetivo de control de reclutamiento y selección de personal. Se efectúa un sondeo de lo que ocurre en SENPLADES, y se arman las recomendaciones técnicas. Al final del estudio se elaboran las conclusiones que corresponden.

## 2 Metodología

El proceso metodológico aplicado en la investigación, es el siguiente: determinación del problema; revisión de la literatura, en esta parte se justifica como válido el marco de trabajo para Gobierno de TI, COBIT 5.0; análisis del caso de estudio, en SENPLADES, se parte de una descripción de la situación actual en lo que respecta a reclutamiento y selección de talento humano para tecnologías de la información.

Con lo recabado se aplican las recomendaciones COBIT, se levantan los resultados, se proponen las mejoras a ser implementadas y se documentan las conclusiones del estudio.

## 3 Desarrollo del Artículo

### 3.1 Control de Gestión de Talento Humano

Hace referencia a la acción y a la consecuencia de administrar o gestionar algo. Al respecto, hay que decir que gestionar es llevar a cabo diligencias que hacen posible la realización de una operación comercial o de un anhelo cualquiera. Administrar, por otra parte, abarca las ideas de gobernar, disponer dirigir, ordenar u organizar una determinada cosa o situación [1].

### 3.2 Gestión de Talento Humano

Es la disciplina que persigue la satisfacción de objetivos organizacionales, para ello es necesario tener una estructura organizativa y la colaboración del esfuerzo humano coordinado como la actividad estratégica de apoyo y soporte a la dirección, compuesta por políticas, planes, programas y actividades, con el objeto de obtener, formar, motivar, retribuir y desarrollar al personal requerido para generar y potencializar, el "Management", la cultura organizacional y el capital social, nivelando los intereses de la empresa [2]. La clave es la consecución de los intereses personales de los empleados y de los intereses de empresa.

### 3.3 Contratación de personal

Es el conjunto de procedimientos orientados a atraer candidatos potencialmente calificados y capaces de ocupar cargos dentro de la organización. Es en esencia un sistema de información mediante el cual la organización divulga y ofrece al mercado de recursos humanos las oportunidades de empleo que pretende llenar.

En la actualidad las técnicas de selección de candidatos idóneos, tienen que ser más subjetivas y más afinadas a los requerimientos de los recursos humanos, evaluando la potencialidad física y mental de los solicitantes, así como su aptitud para el trabajo, utilizando para ello una serie de técnicas, como la entrevista, las pruebas psicométrías y los exámenes médicos, entre otros [3].

### 3.4 Talento humano por competitividad

Entre el talento humano y las competencias existe una gran relación, teniendo en cuenta que el término "competencia" es un conjunto de habilidades, saberes, técnicas, formas de pensamiento; que le permiten al empleado desarrollarse y tener un mejor desempeño, por lo cual aumenta los recursos que puede aportar a la empresa [4].

### 3.5 Marco de trabajo COBIT

COBIT es un marco de diseñado para referenciarse y adaptarse a una organización TI. La cual debe aprovechar los recursos de la empresa con el fin de personalizar este conjunto para su beneficio. Es una estructura de control orientado a la descripción de los requerimientos que se deben cumplir en el sentido de los objetivos que se debe lograr. En su versión 4.0, consta de 4 dominios, 34 procesos. 318 objetivos de control y 1547 prácticas de control [5].

### 3.6 COBIT 5.0

La utilización de COBIT 5.0 como guía para establecer el proceso a seguir, permite que la información y la tecnología relacionada sean gobernadas y gestionadas de manera integral para toda la empresa [6]. Abarcando de principio a fin el negocio y áreas funcionales, teniendo en cuenta los intereses de las partes interesadas internas y externas.

Como objetivo del presente trabajo se propone analizar el proceso de talento humano de la empresa SENPLADES [7], en el que está inmerso la contratación y sus diferentes procesos relacionados como por ejemplo, la evaluación, capacitación, entre otros, que están orientados a TI. Actualmente se determina que el departamento de Talento humano es un eje estratégico dentro de la organización de la empresa [8].

## 4 Resultados

La empresa sometida a estudio es la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo Zonal 6 en la Ciudad de Cuenca [9], la misma que carece de un proceso de contratación enmarcado en buenas prácticas, lo cual genera

la codependencia de alteración en la contratación y funcionamiento del gestión de talento humano en su personal idóneo y capacitado acorde a las necesidades de la empresa Pública, es por ellos que se genera la necesidad de aplicar un proceso estructurado y regido por lo que determinamos las actividades de COBIT 5.

Una de las falencias detectadas, al momento de la contratación, es que no se realiza un cotejo de los documentos entregados, por ejemplo, en el periodo que se han obtenido los títulos y capacitaciones, por lo cual, se pierde la actualización continua del capital intelectual; existiendo poca disponibilidad para innovar los procesos, puesto que existe una marcada coyuntura manifestada por favoritismos personales. Se ha detectado también, que no se están generando los roles y responsabilidades para los requerimientos iniciales del personal de TI, según lo que determina la ISO9001 en 2015 [10]

#### 4.1 Procesos de Talento Humano según COBIT

El proceso de COBIT 5.0 que se propone implementar en SENPLADES es el de APO07 “Gestionar los Recursos Humanos” [6], el mismo que abarca seis subprocesos con sus respectivas actividades, como se indica desde las tablas uno a la cinco.

**Tabla 1.** Descripción de APO07.01 Mantener la dotación de personal necesario y adecuado. Fuente: [6].

No	SENPLADES
1	Mantener los procesos de contratación y de retención del personal de TI y del negocio en línea con las políticas y procedimientos de personal globales de la empresa.
2	Mantener los procesos de contratación y de retención del personal de TI y del negocio en línea con las políticas y procedimientos de personal globales de la empresa

**Tabla 2.** APO07.02 Identificar personal clave de TI. Fuente: [6].

No	SENPLADES
1	Bajar la dependencia de una sola persona en la realización de una función crítica de trabajo mediante la captura de conocimiento (documentación), la planificación de la sucesión, el respaldo (Backup) del personal, el entrenamiento cruzado e iniciativas de rotación de puestos.
2	Como medida de seguridad, proporcionar directrices sobre un tiempo mínimo de vacaciones anuales que deben tomar los individuos clave
3	Tomar acciones expeditivas con respecto a cambios laborales, especialmente despidos
4	Probar regularmente los planes de respaldo (backups) del personal.

**Tabla 3.** APO01.03. Mantener las habilidades y competencias del personal. Fuente: [6].

No	SENPLADES
1	Definir las habilidades y competencias necesarias y disponibles actualmente tanto de recursos internos como externos para lograr los objetivos de empresa, de TI y de procesos
2	Proporcionar una planificación formal de la carrera y desarrollo profesional para fomentar el desarrollo de competencias, oportunidades de progreso personal y una menor dependencia de personas clave.
3	Proporcionar acceso a repositorios de conocimiento para apoyar el desarrollo de habilidades y competencias.
4	Identificar las diferencias entre las habilidades necesarias y las disponibles y desarrollar planes de acción para hacerles frente de manera individual y colectiva, tales como formación (técnica y en habilidades de comportamiento), contratación, redistribución y cambios en las estrategias de contratación
5	Desarrollar y ejecutar programas de formación basados en los requisitos organizativos y de procesos, incluidos los requisitos sobre conocimiento empresarial, control interno, conducta ética y seguridad.
6	Llevar a cabo revisiones periódicas para evaluar la evolución de las habilidades y competencias de los recursos internos y externos. Revisar la planificación de la sucesión

**Tabla 4.** APO07.05 Planificar y realizar un seguimiento del uso de recursos humanos de TI y del negocio. Fuente: [6].

No	SENPLADES
1	Crear y mantener un inventario de recursos humanos de negocio y TI
2	Entender la demanda actual y futura de recursos humanos para apoyar el logro de los objetivos de TI y ofrecer servicios y soluciones basados en la cartera de las iniciativas actuales relacionadas con las TI, la cartera de inversiones futuras y las necesidades operativas del día a día.
3	Identificar las carencias y proporcionar datos de entrada a planes de aprovisionamiento, así como a los procesos de contratación de la empresa y de TI. Crear y revisar el plan de personal, haciendo seguimiento del uso real.
4	Mantener información adecuada sobre el tiempo dedicado a diferentes tareas, trabajos, servicios o proyectos

**Tabla 5.** APO07.06 Gestionar el personal contratado. Fuente: [6].

No	SENPLADES
1	Implementar políticas y procedimientos que describan cuándo, cómo y qué tipo de trabajo puede ser realizado o incrementado por consultores y/o contratistas, de acuerdo con la política de contratación de TI de la organización y el marco de control de TI.
2	Obtener un acuerdo formal por parte de los contratistas en el inicio del contrato en cuanto a que están obligados a cumplir con el marco de control de TI de la empresa, tal como políticas de control de seguridad, control de acceso físico y lógico, uso de las instalaciones, requisitos de confidencialidad de la información y los acuerdos de confidencialidad.
3	Llevar a cabo revisiones periódicas para asegurarse de que el personal contratado ha firmado y aceptado todos los acuerdos necesarios
4	Llevar a cabo revisiones periódicas para asegurarse de que las funciones de los contratistas y sus derechos de acceso son adecuadas y en línea con los acuerdos.

#### 4.2 Aplicación de COBIT 5.0 según la necesidad de la SEMPLADES

En el APO07.01.02 deben estar enmarcadas a la visión y misión de SENPLADES, mediante metas y objetivos, además de políticas empresariales y procedimientos de la empresa. APO07.01.03. Se debe generar un control de antecedentes del empleado, que se solicitará en la documentación antes de la contratación y se verificará.

APO07.02.01. Detección de funciones críticas, y elaboración de documentación, con lo que se podrá generar el entrenamiento y rotación de puestos misma que se puede basar en la normativa internacional de auditoría [11]. APO07.02.02, en el contrato debe estipular el tiempo máximo de vacaciones y el tiempo mínimo para finiquito [12]. APO07.02.03, en ocasiones debemos realizar contrataciones rápidas para cubrir las necesidades, con lo cual es necesario tener armado un plan de contratación que acelerara el proceso [13].

APO07.03.01. Es importante definir habilidades y competencias mediante la concretización del conocimiento y esquema de formación con lo que se da seguimiento mediante resultados. APO07.03.02 y 04, se debe generar un plan de desarrollo de habilidades según requerimientos de la empresa para el personal evitando la dependencia de personal clave, misma que serán definidas por el empleador acorde a sus necesidades y expectativas. APO07.03.03. elaboración de un repositorio mediante la documentación interna, en caso de no existir buscar documentación externa, es por ello que es necesario crear un repositorio institucional [14]. APO07.03.05, se debe armar un programa para cubrir necesidades organizacionales, de proceso, ética y seguridad, en el marco de la normativa ISO 30409 [13] en la que se desarrolla la planificación de personal. APO07.03.06, elaboración de un plan de evaluaciones para medir los avances en habilidades mediante la “Norma técnica de calificación de servicios y evaluación de desempeño” [15].

APO07.05.01 Elaborar un inventario del talento humano de TI. APO07.05.02, elaborar proyecciones de futuras necesidades de recursos humanos. APO07.05.03, elaboración de estudio de factibilidad de requerimiento de nuevo o rotación de personal en base a necesidades de requisitos de proyecto expresados por Análisis de viabilidad e implantación de un sistema informático para el proceso de selección de personal en un departamento de recursos humanos [16]. APO07.05.04, elaboración de cronograma para determinar tiempos de actividades de personas [17].

APO07.06.01 Elaboración de políticas de contratación de personal mediante los requisitos y funciones de recursos. APO07.06.02, elaboración de acuerdos contractuales con lo mismo que definen los requisitos de recursos. APO07.06.07 y 08, elaboración de instancias de verificación de cláusulas de contratación y otra documentación mediante el manual de buenas prácticas en la contratación pública para el desarrollo del Ecuador [18].

Se debe hacer hincapié en el reconocimiento crítico de algunas actividades, como mitigar las dependencias de personal por lo que genera resquebrajamiento a la hora de contratación de personal, por su premura en el tiempo y el acoplamiento en las capacitaciones del personal. También se debe tratar otro punto crítico, como es la retención de personal innecesario en un área en específico para lo cual se debe optar por rotación con el fin de que pueda ser un capital humano productivo para la empresa. En adición se recomienda documentar los procesos críticos de la empresa para generar menor impacto al proceso de inserción y tener conocimiento del funcionamiento de determinado proceso.

#### 4.3 Propuesta en el ámbito de contratación de personal

Mediante las insolvencias detectadas en el caso de estudios previamente realizados, se ve la necesidad de generar una propuesta con base en las actividades recabadas en COBIT 5.0 [6], por lo tanto, el nivel de impacto que tiene para la empresa es muy significativo. Como primer punto se genera un mapeo general del proceso de contratación, luego se va explotando cada uno de los niveles, hasta llegar a mayores niveles de detalle y refinamiento, como se indica desde la figura 1 hasta la figura 7.



Fig. 1. Mapeo de selección y contratación de personal general

Con la recepción de carpetas se da inicio al proceso de contratación, mediante la convocatoria emitida por el comunicado, que se apoya mediante herramientas de difusión y tiempo de recepción, para dar lugar una base de datos de postulantes.



MAPEO DE RECEPCION DE HOJAS DE VIDA



Fig. 2. Mapeo de recepción de hojas de vida

Se realiza sondeo de aptitudes y conocimientos, mediante, validación de datos, de existir alguna irregularidad se realizan observaciones, caso contrario se almacenan en la BD.

MAPEO DE PRE-SELECCION DE CARPETAS

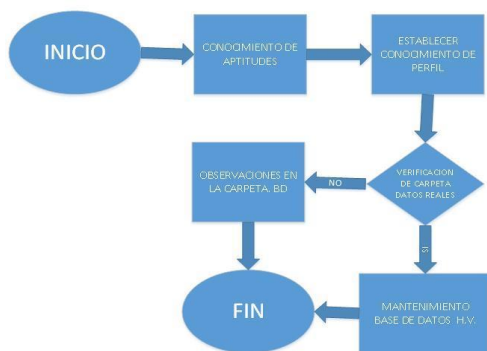


Fig. 3. Pre-Selección de carpetas

En la etapa de pre-selección se determina que existen carpetas idóneas, se hace el cotejo de las carpetas postulantes versus requerimientos de la empresa, se da la creación de un nuevo registro, por ende la actualización de la base de postulantes.

MAPEO DE ELABORACION DE TEST

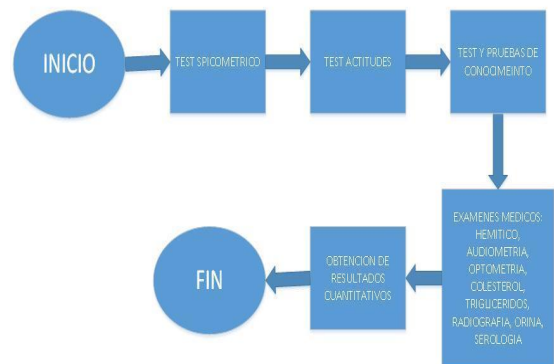


Fig. 4. Selección de personal

La parte fundamental es la elaboración del TEST de aptitudes, conocimientos básicos (se realizará de acuerdo al perfil del cargo), exámenes médicos y por último obtención de resultados.

MAPEO DE ELABORACION DE TEST

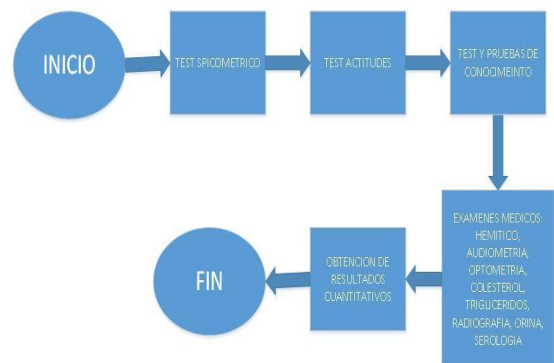


Fig. 5. Elaboración de TEST

De los postulantes aprobados por la anterior etapa se realiza la entrevista personal, con la cual saldrá la persona requerida según el cumplimiento de las necesidades y mejores aspectos para la empresa.

MAPEO DE ENTREVISTA

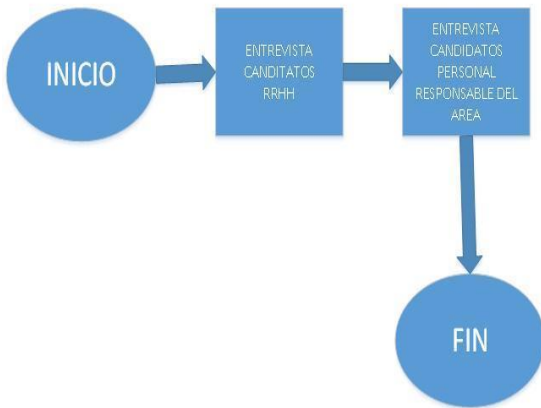


Fig. 6. Mapeo de Entrevista

Por último, se llega a la negociación de sueldos y firma de contratos, legalización y aceptación.

MAPEO DE CONTRATACION

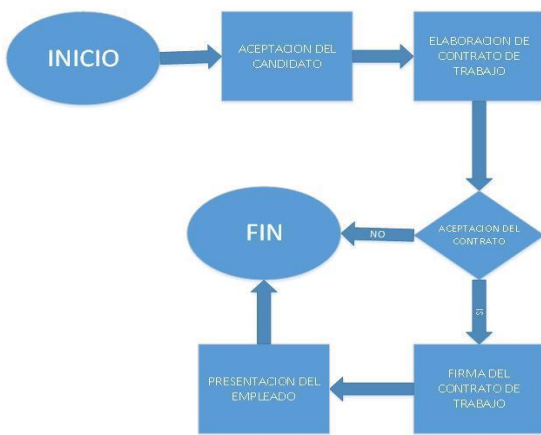


Fig. 7. Mapeo de Entrevista

5 Reconocimientos

Reconocimiento especial a los egresados de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Cuenca: Freddy Campoverde, Pedro Guanga, Gregorio López, Alex Tapia, por el aporte de la temática, texto y caso de estudio a partir de los cuales se ha depurado el presente artículo.

6 Conclusiones

Los procesos actuales de contratación de talento humano para tecnologías de la información del SENPLADES, ado-

lecen en la actualidad de falencias, y no reflejan un proceso transparente a todas las partes interesadas.

La propuesta efectuada en base al marco de referencia para gobierno de TI COBIT 5.0, tendrá de ser sometida a una instancia de prueba, para verificar su validez y pertinencia. Para ello se recomienda tomar en cuenta los lineamientos realizados en este artículo, para estandarizar el proceso de gestión de la contratación de personal de TI, lo cual aumentaría la calidad de rendimiento del personal contratado y por ende beneficios para el SENPLADES.

La propuesta basada en COBIT 5.0, es extensible para todas las áreas y departamentos de la organización, que tengan el requerimiento de contratación de personal.

Referencias Bibliográficas

1. Definicion.de, “Concepto de gestión,” 2016.
2. Vallejo-Chávez, Luz M., “ESPOCH,” 2016.
3. Zaragoza-Soto, Nancy Cecilia , “Proceso de contratación de personal,” June 2006.
4. Ureña-Aquino, Prisilia Margarita, “El talento humano como ventaja competitiva,” 2013.
5. P. L. Champbell, *A COBIT Primer*. SAND, 2005.
6. ISACA, *COBIT 5*. Estados Unidos: ISACA, 2012.
7. SEMPLADES, “Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo,” Jan. 2018.
8. A. Mejia, M. Jaramillo, and M. Bravo, “Formación de talento humano,” *Revista Científica Guillermo de Ockham*, vol. ix, p. 81, 2016.
9. S. N. de Planificacion y Desarrollo, “Zona de Planificación 6 – Austro,” Jan. 2018.
10. Benavidez, Claudia, “Calidad para PYMES,” Nov. 2016.
11. “Norma internacional de auditoria 240.” Oct. 2013.
12. Ministerio del Trabajo, “Código del trabajo,” Sept. 2012.
13. ISO, “Plataforma de navegacion en linea OBP,” 2016.
14. Barton, Mayra R., “Manual LEADIRS II,” *MIT Libraries*, vol. II, p. 169, 2005.
15. SENRES, “Norma Técnica de Calificación de Servicios.” Sept. 2008.
16. García-Vázquez, Elena, “Análisis de viabilidad e implantación de un sistema informático para el proceso de selección de personal en un departamento de recursos humanos,” *ILUMINATE S:A*, vol. I, p. 155, 2015.
17. L. Cazares and C. Vaca, “Escuela Politecnica Nacional,” Aug. 2013.
18. SERCOP, “Manual de buenas prácticas en la contratación públicas para el desarrollo del Ecuador,” *sercop*, vol. I, p. 46, 2015.

# Propuesta para la gestión de la seguridad informática usando el marco de trabajo Cobit 5.0

Diego Marcelo Cordero Guzmán<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Unidad Académica de Tecnologías de la Información y la Comunicación,  
Universidad Católica de Cuenca  
\*dcordero@ucacue.edu.ec

## Resumen

Se toma como antecedente la falta de un marco de trabajo para seguridad en la empresa caso de estudio, pues éste se constituye en el problema principal a enfrentar, para ello la investigación propone como objetivo final disponer de un conjunto de recomendaciones para la implementación del proceso "Gestionar los Servicios de Seguridad", en la empresa Construarías Cía Ltda. de la ciudad de Cuenca en Ecuador. La metodología seguida: toma como referencia el marco de trabajo para Gobierno de TI, COBIT 5.0., de manera concreta el proceso codificado DSS05 y sus objetivos de control, que forman parte del dominio "Entregar, dar servicio y Soporte"; se ejecuta una revisión de la literatura sobre aspectos de seguridad y en específico sobre el proceso de COBIT 5.0 mencionado; en el análisis del caso de estudio se parte de una descripción de la situación actual, en donde además de los huecos de seguridad existentes, se encuentran grandes deficiencias con respecto al gobierno y gestión de tecnologías de la información (TI), se levanta una serie de hallazgos, y sobre ellos se proponen recomendaciones. Como conclusión final se determina, que es necesaria la implementación de un proceso que permita gestionar los servicios de seguridad, de modo que se apoye la continuidad del negocio, en lo que tiene que ver con el aspecto informático.

**Palabras clave:** Gobierno de TI, COBIT 5.0, Seguridad.

## Abstract

*The lack of a framework for security in the company case of study is taken as a precedent, since this constitutes the main problem to be faced, for this the research proposes as its final objective to have a set of recommendations for the implementation of the process "Manage Security Services", in the company Construarías Cía Ltda. Of the city of Cuenca in Ecuador. The methodology followed: takes as a reference the framework for IT Governance, COBIT 5.0., Specifically the encoded process DSS05 and its control objectives, which are part of the domain "Deliver, provide service and support"; a review of the literature on security aspects is carried out and specifically on the process of COBIT 5.0 mentioned; The analysis of the case study is based on a description of the current situation, where in addition to the existing security holes, there are major deficiencies with respect to the governance and management of information technology (IT), a series of findings, and recommendations are proposed on them. As a final conclusion, it is determined that it is necessary to implement a process that allows the management of security services, so that business continuity is supported, in what has to do with the IT aspect.*

**Key words:** IT Governance, COBIT 5.0, Security.

## 1 Introducción

Actualmente, la seguridad de las tecnologías de la información (TI), es una de las preocupaciones más grandes en cada organización, tanto para directivos, gestores y personal operativo, en razón de que las aplicaciones de TI son cada día más diversas [1].

La seguridad de las TI está enfocada en proteger la infraestructura, servicios y aplicaciones de amenazas tanto internas como externas, provocadas o accidentales. Por tanto ésta requiere un accionar más proactivo antes que reactivo, por lo que es importante considerarla incluso como un elemento del gobierno que aporte a los objetivos organizacionales.

Las regulaciones y normativas exigen a ciertos sectores implementar seguridad de la información, de hecho cada

vez existen más empresas e instituciones tanto del sector público como del privado que toman conciencia de su importancia a fin de generar confianza a todas las partes interesadas. La infraestructura informática y redes internas necesitan ser protegidas, puesto que los usuarios, socios, proveedores, clientes, tienen un alto riesgo de ser víctimas de ataques informáticos por distintas vías. Una práctica correcta es la gestión de seguridad y ésta arranca con impulsar los siguientes aspectos: reconocer que siempre habrán amenazas para la seguridad; establecer normas y políticas organizacionales sobre el tema, concientizar que la seguridad es responsabilidad de todos.

El problema principal a ser abordado, es la falta de un marco de trabajo que apoye la seguridad informática en la empresa considerada como caso de estudio. Ausencia

que, en primera instancia se la atribuye al desconocimiento de las mejores prácticas que permiten hacerlo, pues en la actualidad están disponibles marcos de trabajo dedicados a solucionar circunstancias de este tipo, como es el caso de la ISO 27000, COBIT, ITIL.

El presente artículo expone el análisis de la gestión de la seguridad informática, en la empresa Construarías Cía. Ltda; determina la situación informática actual con respecto a “seguridades” y en referencia al marco de trabajo de COBIT versión 5.0, en específico al proceso DSS05, “Gestión de Servicios de Seguridad”, propone un conjunto de recomendaciones para la implementación del proceso. Se destaca que en toda organización, uno de los principales activos que se debe proteger es la información, razón por la cual la gestión de los servicios de seguridad, apoya en gran medida la aplicación de estándares de protección.

La empresa Construarías Cía. Ltda, es una empresa del cantón pasaje, fundada en el año 1990, con sede en la provincia del Azuay, desde entonces viene brindando servicios a toda la comunidad, tales como: construcción y comercialización de bienes raíces. En cuanto a tecnología informática, la empresa cuenta con un solo servidor para registro de dominios, aplicaciones y base de datos; infraestructura de red que abarca switch de 24 puertos y conectividad para las estaciones de trabajo; no tiene un departamento o área de tecnologías de la información y la comunicación, que cuente con personal técnico calificado, que se encargue del soporte respectivo tanto en hardware como en software, antecedente que aumenta la vulnerabilidad ante ataques informáticos.

En el análisis del caso de estudio, luego de conocer la situación actual, en donde además de las deficiencias de seguridad existentes, se validan grandes dificultades con respecto a la implementación de un gobierno y gestión de tecnologías de la información (TI), se levanta una serie de hallazgos, y sobre ellos se proponen recomendaciones. Al final se determina, que es necesaria la implementación de un proceso que permita gestionar los servicios de seguridad, que apoye la continuidad del negocio, en relación con el aspecto informático.

## 2 Metodología

El proceso metodológico aplicado en la investigación, sigue el orden secuencial: se ubica el problema y se ejecuta la revisión de la literatura que apoye a la solución del problema identificado. A partir de este punto, se toma como referencia el marco de trabajo para Gobierno de TI, COBIT 5.0., de manera concreta el proceso codificado DSS05 y sus objetivos de control, que forman parte del dominio “Entregar, dar servicio y Soporte”.

En el análisis del caso de estudio, sobre la empresa Construarías Cía. Ltda., se parte de una descripción de la situación actual desde el punto de vista informático, tanto en hardware como en software.

En donde además se determinan los huecos de seguridad informática existentes, y se relaciona con el componente de

gobierno y gestión de tecnologías de la información (TI), en la empresa caso de estudio.

Con la información actual, sujeta al enfoque del marco de trabajo COBIT, se ubican las deficiencias existentes, se levantan los resultados, se proponen las mejoras a ser implementadas y se documentan las conclusiones del estudio.

## 3 Desarrollo del Artículo

### 3.1 Marco Teórico

El Sistema de Gestión de Seguridad de la Información, contiene todos los mecanismos para tomar la decisión más acertada, sobre las medidas de protección que se deben implementar para recuperación en caso de contingencia informática, pasando por la administración, la atención y la supervisión diaria de toda la información que pertenece a la organización, así como de los equipos y los dispositivos que contienen dicha información. [2].

Gestionar los servicios de seguridad, en las organizaciones, es fundamental, puesto que cualquier tipo de empresa cada día asume nuevos riesgos y es responsabilidad del Gerente de la empresa, proponer como parte de la misión organizacional, la gestión del riesgo, siempre teniendo en cuenta que la información es el activo más importante de la empresa, la misma que debe disponer de parámetros de calidad, entre ellos: disponibilidad, confidencialidad, integridad, accesibilidad [3]; ésta refleja el ritmo de la organización y apoya la toma de decisiones en beneficio de los objetivos planteados.

Una forma de proteger los sistemas de computación, es hacerlo por métodos lógicos, como el caso del software de control de acceso, que brinda protección contra ingresos no autorizados, a través de registro y trazabilidad de contraseñas [4]. Otra manera de hacerlo es a través de la seguridad física, que implica establecer políticas, procedimientos y prácticas para evitar las interrupciones del servicio informático, producido por situaciones externas a la empresa. En cualquiera de los casos se debe garantizar un proceso de recuperación, de ser posible por la aplicación de un plan de contingencia que funcione como medio de emergencia hasta que sea restaurado el servicio completo.

La seguridad física, está enfocada a cubrir las amenazas ocasionadas tanto por el hombre, como por la naturaleza, en el contexto en donde se encuentra ubicado el recurso informático. Entre las principales amenazas latentes se conciben: desastres naturales, incendios accidentales y cualquier variación producida por las condiciones ambientales; amenazas ocasionadas por el hombre como robos o sabotajes; disturbios internos y externos deliberados.

Evaluar y controlar permanentemente la seguridad física del sistema es la base para comenzar a integrar la seguridad como función primordial del mismo. Tener controlado el ambiente y acceso físico permite disminuir siniestros y tener los medios para luchar contra accidentes [5].

Por otro lado es importante destacar que es necesario disponer de estándares y normas, factores necesarios para una buena gestión de la seguridad de la información,



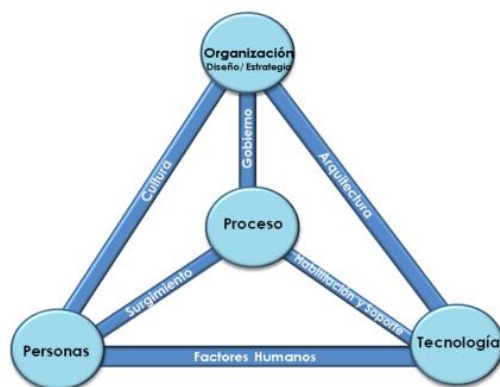
que sirven de guía para que todo funcionario que está bajo la responsabilidad del negocio, disponga de la guía idónea, por cada parámetro que se suscite en la empresa, asimilando cualquier riesgo [6]. La información debe ser debidamente protegida. La gestión de seguridad de la información, cobija a ésta de una amplia gama de amenazas, a fin de garantizar la continuidad institucional, minimizar el daño y maximizar el retorno sobre las inversiones y las oportunidades.

La seguridad de la información se define aquí como la preservación de las siguientes características: confidencialidad, garantiza que la información sea accesible sólo a aquellas personas autorizadas; integridad, se salvaguarda la exactitud y totalidad de la información y los métodos de procesamiento; disponibilidad, cuando los usuarios autorizados tienen acceso a la información y a los recursos relacionados con ella, toda vez que se requiera [7].

### 3.2 Modelo de negocios para la seguridad de información

En la figura 1 se expone el modelo de negocios de seguridad de la información, el mismo utiliza un pensamiento sistemático para aclarar relaciones complejas dentro de la empresa y por ende gestiona la seguridad más efectivamente, utilizar el enfoque sistemático, ayuda a los gerentes o directivos de la empresa, obteniendo al final resultados beneficiosos por el tratamiento de la seguridad, pudiendo así colaborar dentro de la empresa [8].

Fig. 1. Modelo de negocios. Fuente: [8]



Fuente: Modelo de negocios. Fuente: [8]

### 3.3 Marco de trabajo COBIT

Los marcos de trabajo son parte de las mejores prácticas de la administración de TI, sirven como facilitadores para establecer el gobierno de TI y cumplir con el constante incremento de requerimientos regulatorios. La alta dirección está consciente del impacto significativo que la información tiene en el éxito de una empresa y espera alto rendimiento de las tecnologías de la información (TI) y la posibilidad de lograr ventaja estratégica potencial.

COBIT (Objetivos de Control para Información y Tecnologías Relacionadas), es un modelo de evaluación y

monitoreo que enfatiza en el control de negocios y la seguridad de TI, y que además abarca controles específicos de TI desde una perspectiva de negocios [9]. La estructura del modelo COBIT propone un marco de acción donde se evalúan los criterios de información, como por ejemplo la seguridad y calidad, se audita los recursos que comprenden la tecnología de información, como por ejemplo el recurso humano, instalaciones, sistemas, entre otros, y finalmente se realiza una evaluación sobre los procesos involucrados en la organización.

COBIT en su versión cinco, está compuesto por cinco dominios, 37 procesos, tiene 208 prácticas de gobierno y administración, estos se dividen en 15 prácticas de gobierno y 193 prácticas de administración [10]. COBIT 5.0, en el dominio "Entrega, Servicio y Soporte (DSS)" y en el proceso "Gestionar servicios de seguridad", se preocupa por: proteger la información de la empresa para mantener aceptable el nivel de riesgo de seguridad de la información de acuerdo con la política de seguridad; establecer y mantener los roles de seguridad y privilegios de acceso de la información y realizar la supervisión de la seguridad.

Este proceso tiene algunas prácticas de gestión, las cuales son utilizadas para la resolución de la problemática de la empresa [11], como se describe a continuación:

**DSS05.01.** Proteger contra software malicioso (malware). Implica, implementar y mantener efectivas medidas, preventivas, de detección y correctivas (especialmente parches de seguridad actualizados y control de virus) a lo largo de la empresa para proteger los sistemas de información y tecnología del software malicioso [12].

**DSS05.02.** Gestionar la seguridad de la red y las conexiones. Utilizar medidas de seguridad y procedimientos de gestión relacionados para proteger la información en todos los modos de conexión [12].

**DSS05.03.** Gestionar la seguridad de los puestos de usuario final. Asegurar que los puestos de usuario final (portátil, estación de trabajo, servidor y otros dispositivos y software móviles y de red) están asegurados a un nivel que es igual o mayor al definido en los requerimientos de seguridad de la información procesada, almacenada o transmitida. [12].

**DSS05.04.** Gestionar la identidad del usuario y el acceso lógico. Asegurar que todos los usuarios tengan derechos de acceso a la información de acuerdo con los requerimientos de negocio y coordinar con las unidades de negocio que gestionan sus propios derechos de acceso con los procesos de negocio [12].

**DSS05.05.** Gestionar el acceso físico a los activos de TI. Definir e implementar procedimientos para conceder, limitar y revocar acceso a locales, edificios y áreas de acuerdo con las necesidades del negocio, incluyendo emergencias. Esto aplicará a todas las personas que entren en los locales, incluyendo empleados estables y temporales, clientes, vendedores, visitantes o cualquier otra tercera parte [12].

**DSS05.06** Gestionar documentos sensibles y dispositivos de salida. Establecer salvaguardas físicas apropiadas,

prácticas de contabilidad y gestión del inventario para activos de TI sensibles, tales como formularios especiales, títulos negociables, impresoras de propósito especial o credenciales (token) de seguridad [12].

**DSS05.07.** Supervisar la infraestructura para detectar eventos relacionados con la seguridad; haciendo uso para ellos de herramientas de detección de intrusos, supervisar la infraestructura para detectar accesos no autorizados y asegurar que cualquier evento esté integrado con la supervisión general de eventos y la gestión de incidentes. [12]

### 3.4 Niveles de Madurez

Toda organización que pretenda optimizar sus recursos tecnológicos, para ser más competitiva frente a las demás empresas tanto públicas como privadas, requiere comprender el estado de los procesos que gestionan sus sistemas de tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), con la finalidad de establecer el nivel de administración y control adecuado que debe proporcionar a sus sistemas. Para decidir el nivel adecuado, la Gerencia de TIC, debe realizar un estudio detallado donde se indique la realidad de su gestión actual, y su posición frente a la competencia, con esto como base podrá plantear a la alta Gerencia las prioridades de atención, para que estos últimos puedan alinear estas necesidades con la estrategia de la empresa, y conjuntamente con la Gerencia de TIC, establecer un plan de acción que garantice beneficios para la organización. En la tabla no 1 se hace referencia a los niveles de madurez respecto a los dos modelos de prácticas de gestión.

**Tabla 1.** Modelo de Madurez para la gestión de TI.

MODELO	DESCRIPCION	OBSERVACION
Modelo de Madurez en TI de NIST-CSEAT	Este modelo está compuesto por cinco niveles: 1) Política 2) Procedimiento 3) Implantación 4) Prueba 5) Integración	Basado en la implementación de documentos que sean administrados por la empresa.
Modelo de Madurez de CO-BIT	Está compuesto por seis niveles: 1) Nivel inexistente 2) Nivel inicial 3) Repetible 4) Definido 5) Gestionado 6) Optimizado	Niveles fundamentados en el sistema de funcionamiento para la Gestión de TI

## 4 Resultados

Actualmente la empresa Construarías Cía. Ltda., carece del departamento de TIC's, que gestione los recursos informáticos y también la seguridad de los mismos. Por lo que las diversas áreas de la empresa se encuentran vulnerables a ataques de terceros. Se encuentra expuesta a diversas vulnerabilidades tales como:

- Ingreso de virus en los sistemas informáticos por falta de conocimiento del personal.
- Daños en equipos de cómputo.
- Acceso no autorizado a los sistemas informáticos.
- Riesgos físicos naturales como incendios, inundaciones, terremotos, entre otros.

- Interrupciones en el servicio eléctrico, e internet.
- Falla de los equipos informáticos.
- Riesgo de detener la actividad laboral de la empresa.

El nivel de madurez en los servicios de seguridad es inexistente y esto se debe a diferentes aspectos encontrados, tales como los que se mencionan a continuación:

- No existe ningún tipo de políticas para proteger los activos de información.
- No existen capacitaciones para concientizar a los colaboradores de la empresa sobre los riesgos informáticos.
- No existe actualización en el software y hardware, para el funcionamiento de los diferentes departamentos.
- No están definidos procesos para gestión de la seguridad informática.

### 4.1 Aplicación del proceso de gestión de los servicios de seguridad en Construarías

El principal objetivo de la aplicación de este proceso, es ayudar a los profesionales de la seguridad a desarrollar estrategias para proteger la disponibilidad, integridad y confidencialidad de los datos de los sistemas informáticos. El proceso también implica el establecer planes de contingencia en caso de desastre. Construarías, debe analizar sus necesidades y determinar los requisitos y limitaciones en cuanto a recursos. Para ello es recomendable que establezca la estrategia presentada a continuación:

Identificar métodos, herramientas y técnicas de ataque probable. En este punto se debe identificar una lista de amenazas que generan mayor riesgo en la empresa. Las cuales pueden abarcar desde virus y troyanos, el descubrimiento de contraseñas y la interpretación del correo electrónico; es importante que los administradores posean conocimientos sobre los nuevos métodos, herramientas y técnicas que permitan generar correctas medidas de seguridad [13].

Establecer estrategias proactivas y reactivas. El plan de seguridad debe incluir una estrategia proactiva y otra reactiva. La estrategia proactiva se basa en un conjunto de pasos que ayudan a reducir al mínimo la cantidad de puntos vulnerables existentes en las directivas de seguridad y desarrollar planes de contingencia [14]. Las actividades de la estrategia proactivas son las siguientes: predecir posibles daños; determinar y minimizar vulnerabilidades; implementar planes, directivas y controles de seguridad; elaborar planes de contingencia. La estrategia reactiva ayuda al personal de seguridad a evaluar el daño que ha causado el ataque, e implementar el plan de contingencia, este proceso debe ser documentado para que el mismo permita aprender de la experiencia [14]. Las actividades de las estrategias proactivas son las siguientes: evaluar daños; determinar la causa del daño; reparar daños; documentar y aprender; implementar plan de contingencia.

Revisar el resultado y hacer simulaciones. Después de implementar el plan de contingencia en Construarías, se debe realizar una revisión de los resultados obtenidos, que contenga: pérdida de productividad, pérdida de datos o de hardware, y el tiempo estimado en recuperar esos recursos.

En este punto también se tiene que realizar una documentación que contenga el tipo de ataque o vulnerabilidad y lugar donde se encuentra, es primordial para la seguridad de la información realizar simulación en un entorno de prueba. [13]

Revisar la eficacia de las políticas de seguridad. En razón de que Construarías, no cuenta con las políticas para defenderse de un ataque que se ha producido en el sector informático, éstas deben ser generadas y probadas para medir su eficacia y así minimizar o impedir ataques futuros.

Ajustar las políticas. Si la eficacia de las políticas en Construarías, no llega al estándar, se deben ajustar. El mantenimiento a las políticas de seguridad de la información debe realizarlas el personal directivo responsable de la seguridad, los administradores y el equipo de respuesta a incidentes. Todas las políticas de seguridad de la información deben seguir las reglas e instrucciones generales de la organización. [13]

#### 4.2 Proceso de gestión de los riesgos de seguridad en Construarías

Una vez conocido el análisis del proceso de gestión y realizado un pequeño detalle sobre la importancia de la seguridad [15]. A continuación se debe ejecutar una evaluación de los riesgos, a saber:

- Que los bienes informáticos son partes primordiales para la gestión de la entidad.
- Cualquier amenaza que tenga en la gestión de seguridad, tiene un mayor impacto ante la empresa. [16]
- Identificar en todas las áreas, para ver cuál es el mayor peso de riesgo que puede asumir.

#### 4.3 Aspectos conformes

La empresa Construarías Cía. Ltda., debe tener parámetros de conformidad ante sus partes interesadas, bajo los siguientes parámetros:

- Idoneidad de la persona que hace seguridad.
- Conocimientos y documentación del Sistema de Gestión de seguridad

Es importante priorizar los requerimientos de seguridad cuando se trate de adquisiciones, de acuerdo con los instrumentos, procedimientos, indicadores y demás mecanismos establecidos en Construarías, en función del plan anual de adquisiciones o en el plan de capacitación de ser el caso. [17]

#### 4.4 Adecuada Implementación

Implementar de manera adecuada las recomendaciones del Sistema de Gestión de Seguridad en Construarías, llevará implícito una serie de ventajas para la organización, sobre todo la protección de su activo más valioso: la información, velando por la situación económica de la empresa [18]. Se contribuirá a una reducción del riesgo y de costos operativos asociados; solamente cuando se puedan dominar los riesgos existirá un ambiente de mayor tranquilidad. La organización, al estar protegida podrá caminar a mayores

estados de eficiencia [19], contribuyendo al bienestar de sus partes interesadas.

#### 4.5 Beneficios que se obtendrán

Mitigar los riesgos al tener un efectivo control de seguridad, apoya el desarrollo armónico de la empresa, como lo validan investigaciones referidas al tema [20]. Los siguientes beneficios se avizoran para la empresa Construarías Cía. Ltda., al gestionar bien su seguridad informática:

- Disposición de una metodología de gestión de la seguridad clara y estructurada.
- Reducción del riesgo de pérdida, robo o daño de información.
- Los clientes tienen acceso a la información a través medidas de seguridad.
- Confianza de clientes y socios estratégicos por la garantía de calidad y confidencialidad comercial.
- Confianza y reglas claras para las personas de la organización.
- Aumento de seguridad en base a la gestión de procesos.

## 5 Conclusiones

COBIT 5.0, ayuda a identificar vulnerabilidades existentes en las organizaciones con respecto a la seguridad informática; para Construarías Cía. Ltda, las fallas de seguridad representan un serio problema y riesgo constante, por ello es imperante que se tome una decisión al respecto.

Para Construarías Cía. Ltda, la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad, a la vez que generará confianza en sus partes interesadas, contribuirá a la eficiencia organizacional, factor que redundará en beneficios mutuos para clientes y propietarios.

El marco de trabajo COBIT 5.0, a través de su proceso de gestión de la Seguridad DSS05, brinda oportunidad para, crear el proceso, y hacer que éste con el tiempo vaya hacia niveles de madurez, que lo ubiquen dentro del sector de la industria y en lo posible se convierta en mejor práctica.

## Referencias Bibliográficas

1. S. M. QUIROZ-ZAMBRANO and D. G. MACÍAS-VALENCIA, "Seguridad en informática: consideraciones.," *Dominio de las Ciencias*, vol. 3, pp. 676–688, 2017.
2. C. Loja Encalada and D. Cordero Guzmán, "Guía de auditoría para la evaluación del control interno de seguridad de la información con enfoque COBIT 5: caso Universidad Católica de Cuenca (UCACUE).," *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, vol. 10, pp. 40–48, 2016.
3. CONEXIONESAN, "Importancia y beneficios de contar con un Sistema de Gestión de Seguridad de Información.," 2016.
4. L. Alvarez Bsaldúa, "Seguridad en Informática (Auditoría de Sistemas)," tech. rep., Universidad Iberoamericana, México, 2013.
5. G. Escrivá Gascó, "Seguridad informática," *Guías de Auditoría Informática*, vol. 4, 2013.

6. E. M. R. Ledesma, "Estándares para la seguridad," tech. rep., FAVA, 2009.
7. Y. ROJAS MESA, "La ética: un nuevo reto para el profesional de la información en el siglo XXI," *Acimed*, vol. 12, p. 1, 2010.
8. ISACA, "Extracto de Manual de Preparación al Examen," tech. rep., NY, 2014.
9. J. M. Palacios, M. C. Cerón, and S. A. Donado, "Desarrollo y Adaptación de COBIT 5 como metodología de gestión de riesgos a la norma ISO/IEC 27001, utilizando el proceso APO12," *Gestión Ingenio y Sociedad*, vol. 2, pp. 18–37, 2017.
10. S. a. V. G. De Haes, "COBIT 5 and enterprise governance of information technology: Building blocks and research opportunities," *Journal of Information Systems*, pp. 307–324, 2013.
11. ISACA, "COBIT 5," tech. rep., USA, 2012.
12. ISACA, *COBIT 5*. NY: A Business Framework for the Governance and Management of Enterprise IT., 2012.
13. C. A. Jerez Lugo, "Seguridad para lograr Confiabilidad y Calidad de los Servicios Digitales," tech. rep., Universidad de las Américas Puebla., Puebla - Mexico, 2013.
14. L. A. Romero, "Seguridad Informatica," tech. rep., Universidad de Salamanca, 2014.
15. P. Jenifer, "Gestion de Seguridad en la Informacion," tech. rep., ANDES, Angeles, 2016.
16. P. Chavez, "Metodología para la Gestion de la Seguridad Informatica," tech. rep., Redes Informaticas, 2015.
17. P. d. l. Republica, "INFORME FINAL AUDITORIA AL SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD," tech. rep., SIGEPRE, Bogota, 2016.
18. F. M. Noriega, "Seguridad en la Informacion Empresas Publicas y Privadas," tech. rep., Andina, Quito, 2015.
19. I. H. Gonzalez, "Calidad y Gestion," tech. rep., Berlind, 2014.
20. R. Johns, "El portal de ISO 27001 en Español," tech. rep., PriteshGupta, 2012.

# Planificación estratégica de tecnología de información: caso de estudio la Universidad Católica de Cuenca

## Strategic planning of information technology: study case “Universidad Católica de Cuenca”

Jenny Karina Vizñay Durán<sup>1\*</sup>, Milton Alfredo Campoverde Molina<sup>1</sup> y Diana Ximena Poma Japón<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad Académica de Tecnologías de la Información y la Comunicación,

Universidad Católica de Cuenca,

\*jviznay@ucacue.edu.ec

### Resumen

En la actualidad las TI son el sistema nervioso en toda organización, independientemente de su naturaleza y dimensión; sin embargo, por sí solas no pueden resolver problemas organizacionales, se requiere de una estrategia que fomente el cumplimiento de los objetivos organizacionales, es por eso que esta investigación plantea como objetivo determinar los objetivos de TI utilizando la metodología PETI y proponer una alternativa de mejoramiento como contribución a los procesos tecnológicos de la institución, para la creación de la ‘Planificación Estratégica de Tecnologías de Información’, con el fin de que la Institución cuente con estrategias que guíen los procesos y procedimientos del Departamento de TI, mismas que ayudarán a la toma de decisiones y dirección de la ejecución de los procesos propios de la institución. Se utiliza la metodología Analítica – Proyectiva, se parte de un análisis situacional del negocio, se aplica la metodología PETI, luego se determinan las metas de TI, y para su cumplimiento se establecen 5 ejes de acción (programas): tecnologías e infraestructura, dirección y organización, componente humano, financiero y económico, información y divulgación para la elaboración del PETI.

**Palabras clave:** PETI, TIC’S, Plan Estratégico, Tecnologías de la Información (TI).

### Abstract

*Currently, IT are the nervous system in every organization, regardless of their nature and dimension; However, by themselves they cannot solve organizational problems, it requires a strategy that encourages compliance with organizational objectives, that is why this research aims to determine the objectives of IT using PETI methodology and propose an alternative for improvement as a contribution to the technological processes of the institution, for the creation of the ‘Strategic Planning of Information Technologies’, in order that the Institution has strategies that guide the processes and procedures of the IT Department, which will help the decision making and direction of the execution of the institution’s own processes. The Analytical - Projective methodology is used, it is based on a situational analysis of the business, the PETI methodology is applied, then the IT goals are determined, and for its fulfillment there are established 5 action axes (programs): technologies and infrastructure, direction and organization, human, financial and economic component, information and dissemination for the preparation of the PETI.*

**Key words:** PETI, ICT, Strategic Planning, IT.

## 1 Introducción

Según, Guarucano [1] indica que, debido al auge de las TIC’S, estas se han convertido en herramientas con un potencial para configurar estructuras organizativas. Romero [2] establece que: “La vertiginosa evolución de la tecnología, en especial la de información, hicieron posible la apertura de nuevos horizontes, tal vez inimaginables para la época, en cuanto a la aplicación de la informática como herramienta de apoyo de la organización. (pp. 6)”.

Lardent [3], plantea que: “Presenciamos el nacimiento de un nuevo mundo para el manejo de los negocios, en el cual se han cambiado las reglas del juego, surgiendo

así una nueva lógica de funcionamiento en los principios fundamentales de la economía. Este nuevo mundo tiene una nueva reina: la información. (pp. xv). en la era de la competitividad las empresas deberán practicar nuevos paradigmas de negocios y aplicar las nuevas reglas de juego (pp. xvi) deben entender cómo funciona, con qué instrumentos opera y cuáles son sus reglas. (pp. xvi)”.

Las TI [4] están desempeñando un papel esencial en la expansión de la empresa, éstas pueden ayudarlas a mejorar la eficiencia y efectividad de sus procesos, de toma de decisiones gerenciales y de la colaboración de grupos de trabajo, fortaleciendo así sus posiciones competitivas en un



mercado que cambia con rapidez; además, aunadas a los SI, se están convirtiendo en un ingrediente necesario para el éxito empresarial en el entorno global y dinámico de hoy, considerando para ello, el respaldo de: las operaciones empresariales, la toma de decisiones gerenciales y la ventajas competitivas estratégicas de la organización; un Sistema de Información es: “Una combinación organizada de personas, hardware, software, redes de comunicaciones y recursos de datos que reúne, transforma y disemina información en una organización (p.9) .El desarrollo de SI ayuda a una empresa a darle una ventaja competitiva en el mercado .las organizaciones utilizan la TI para desarrollar productos, servicios, procesos y capacidades que dan a una empresa una ventaja estratégica sobre las fuerzas competitivas que enfrenta (pp. 26)”.

La planificación de tecnología informática [5] no tendría ningún sentido sino se realiza bajo la perspectiva de las estrategias del negocio, buscando integrar los cinco elementos que conforman su funcionamiento: procesos, información, organización, recursos humanos y tecnología. (pp.11). Define al Plan Estratégico del Sistema de Información como: “un medio para apoyar el cumplimiento de los objetivos estratégicos del negocio” se realiza bajo la perspectiva de las estrategias del negocio, buscando integrar los cinco elementos que conforman su funcionamiento: procesos, información, organización, recursos humanos y tecnología. (p.11).

En la actualidad [3] la demanda está orientada a la identificación de oportunidades; es decir, que la intención es utilizar a los Sistemas de Información y a su producto (la información) para revelar oportunidades innovadoras, las cuales permitan obtener ventajas competitivas para quienes sepan aprovecharlas (pp. xv) .si las organizaciones logran entrelazar sus estrategias corporativas con los planes de sus SI estarán mejor posicionadas para alcanzar ventajas competitivas (pp. 147).

Básicamente, el auge de las TIC'S y la evolución de la tecnología, en especial la información, hicieron posible la apertura de nuevos horizontes, tal vez inimaginables para la época, en cuanto a la aplicación de la informática como herramienta de apoyo de la organización, es decir presenciamos el nacimiento de un nuevo mundo para el manejo de los negocios, este nuevo mundo tiene una nueva reina: la información, en la era de la competitividad las empresas deberán practicar nuevos paradigmas de negocios y aplicar las nuevas reglas de juego, éstas pueden ayudarlas a mejorar la eficiencia y efectividad de sus procesos, de toma de decisiones gerenciales y de la colaboración de grupos de trabajo, fortaleciendo así sus posiciones competitivas en un mercado que cambia con rapidez; utilizando una combinación organizada de personas, hardware, software, redes de comunicaciones y recursos de datos que reúne, transforma y disemina información en una organización, para desarrollar productos, servicios, procesos y capacidades que dan a una empresa una ventaja estratégica sobre las fuerzas competitivas que enfrenta, la planificación de

tecnología informática se realiza bajo la perspectiva de las estrategias del negocio, buscando integrar los cinco elementos que conforman su funcionamiento: procesos, información, organización, recursos humanos y tecnología, en la actualidad la demanda está orientada a la identificación de oportunidades; es decir, que la intención es utilizar a los Sistemas de Información y a su producto (la información) para revelar oportunidades innovadoras, las cuales permitan obtener ventajas competitivas.

También se puede decir que debido a los nuevos cambios tecnológicos; las TIC's se han convertido en el Sistema nervioso de las organizaciones como herramienta de apoyo para mejorar la eficiencia y efectividad de sus procesos, teniendo como objetivo la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información, la planificación de tecnología informática debe estar ligada a las perspectivas del negocio para que el Plan Estratégico del Sistemas de Información ayude a lograr los propósitos y objetivos institucionales del negocio y al mismo tiempo el cumplimiento de su visión.

En la Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), no se cuenta con una Planificación de TI que guíe los procesos de tecnología, algunos procesos se llevan a cabo de acuerdo al criterio del ejecutor, o según se presente la situación, ciertos requerimientos se resuelven sin guías, estándares ni objetivos específicos, es decir en algunos casos se ofrece soluciones reactivas, lo cual ocasiona pérdida de tiempo y aumenta el esfuerzo en tareas que se vuelven recurrentes, esto hace que algunos requerimientos no se respondan en la fecha requerida o prevista; es por ello que el propósito de la investigación se enfoca en determinar los objetivos de TI utilizando la metodología PETI y proponer una alternativa de mejoramiento como contribución a los procesos tecnológicos de la institución.

## 2 Estado del Arte

Según los autores Naranjo y Figueroa [6] concluyen que:

- La implementación de un Plan Estratégico de Tecnología de Información PETI por parte de la ZONAL LIMA-CALLAO, ha conllevado a la variación de las estrategias de negocios en componentes operativos y de Tecnología de Información (TI), como son renovación de las Salas de Computo, uso de nuevos sistemas, cambios en los procesos operativos y el manejo estratégico de la información dentro de la Escuela Superior Privada de Tecnología (EST).
- Todos los cambios son factibles como consecuencia de la definición de la estructura de la organización y el manejo de los recursos humanos en TI (hardware, software, comunicaciones).
- La información es un valor que se transforma en un factor crítico de éxito hoy en día, pues gracias a ella se pueden tomar decisiones que van a repercutir en las diversas unidades y departamentos para apoyar la estrategia de la organización. El PETI se encarga de administrar eficientemente el manejo de la información garantizando la concordancia de la estrategia de la institución y la estrategia de TI dándonos una ventaja competitiva.

La situación o estado actual de la Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado (UCLA) [7] de Barquisimeto- Venezuela, específicamente en la Dirección de Admisión y Control de Estudios, en materia de información y sistemas; presenta una debilidad marcada; porque los mismos, no se encuentra en concordancia con la misión y la visión de la universidad, respecto a los avances tecnológicos y al desarrollo integral de la región y del país, con la capacidad de promover y orientar los cambios hacia una sociedad globalizadora y competitiva; ello, es producto de lo que se describe a continuación:

1. La inexistencia de interconexión con respecto a la información que se procesa entre esa dependencia y las distintas Oficinas de Registro Académico; trayendo como consecuencia, una mala administración de este recurso.
2. La presencia de diversas aplicaciones no compatibles, en cada una de las Oficinas de Registro Académico adscritas a los Decanatos, lo que permite inferir, que la forma de la información con la que se trabaja varía; en consecuencia, esto produce duplicidad tanto de trabajo, como de la información, entre aquellas y la Unidad Administrativa objeto de estudio, lo que repercute negativamente, en la toma de decisiones en todos los niveles de la estructura organizativa.
3. Los SI no arrojan información actualizada, según las necesidades de otras unidades funcionales, debido a la inexistencia de una Base de Datos centralizada, para la administración de la información de Docentes, estudiantes, planes de estudios, otros; debido a que en la actualidad, la misma se encuentra disgregada en los Decanatos y es enviada a la Dirección de Admisión y Control de Estudios, en forma periódica.
4. No existe unificación de criterios, en la interpretación y aplicación de los reglamentos; debido a que los SI utilizados se encuentran aislados, además, no lo contemplan; por lo que, este proceso debe ser realizado en cada Decanato en forma distinta. Esto a su vez, influye en el proceso de toma de decisiones de los Decanatos, Control de Estudios Central, Secretaría General y Vicerrectorado Académico.
5. La información que se envía y recibe, entre la Dirección de Admisión y Control de Estudios y el resto de las Dependencias con las que mantiene relación es insuficiente, producto de los resultados arrojados por las distintas aplicaciones que se encuentran operativas actualmente; esto influye negativamente en la toma de decisiones organizacionales; así como en las relaciones de la universidad con su entorno.
6. Las aplicaciones existentes no están documentadas y se encuentran bajo el dominio de una persona, quien es la encargada de diseñarlas, implementarlas y mantenerlas; lo que indica, que no existe una adecuada planificación de las mismas, generando lentitud en el desarrollo eficiente de las labores que se deben llevar a efecto.
7. Los tiempos de respuesta, no están acordes a los requerimientos de cada uno de los usuarios finales; esto se debe, a los distintos formatos que se procesan y a la periodicidad con la que la información es transferida desde un punto a otro, producto de la descentralización de este recurso.
8. Las aplicaciones existentes fueron diseñadas,

sin considerar las funciones de cada una de las personas involucradas; lo que quiere decir, que no están cónsonas con la estructura organizativa de la institución; además, no se adaptan a la misión, visión, ni con los objetivos organizacionales.

9. Sin embargo, la UCLA cuenta con una plataforma tecnológica de punta, capital humano capacitado y formado, en el área de desarrollo de sistemas de información, lo que constituye para la institución una fortaleza, que hay reforzar y aprovechar, para disminuir al máximo las debilidades presentes.
10. Con respecto al entorno, se pudo evidenciar en entrevistas realizadas, que en la actualidad los organismos gubernamentales, con los que mantiene estrecha relación la universidad, tales como: OPSU, CNU, MES, otros; están unificando la forma como se requiere la información. Además, el Decreto Ley Presidencial N° 3.390 (2004); en su artículo primero, establece que la Administración Pública Nacional, empleará en forma prioritaria Software Libre con Estándares Abiertos, en sus sistemas, proyectos y servicios informáticos.
11. Todo esto, constituye oportunidades para la realización de la planificación estratégica de SI propuesta, ya que, permitirá disminuir los costos asociados a la implementación de la misma; así como estandarizar, los requerimientos de información necesarios y precisos, para la toma de decisiones y la acreditación y auto evaluación de la institución; incrementándose a su vez, la ventaja competitiva de la UCLA, con respecto a otras universidades del país; además, como un elemento de excelencia y posicionamiento dentro de este sector y frente a la comunidad.

La Tesis de la Universidad Estatal de Milagro [8] en el Ecuador cuyo tema es “Propuesta de Desarrollo del Plan Estratégico de Tecnología de Información para el Centro de Servicios Informáticos Académico (CSI@) de la Universidad Estatal De Milagro”. En la que se determinan las siguientes conclusiones que se toma como referencia para esta investigación:

- La tecnología es una herramienta fundamental para soportar el crecimiento y mejoras de los procesos, cada día y con mayor impulso, las TI afectan la forma de los procesos, de manera que actualmente el apoyo de las tecnologías de información es una ventaja competitiva que permite mantenerse y mejorar continuamente los procesos y servicios. Teniendo presente que las TI son una inversión y como tal deben permitir a la institución alcanzar resultados, alineadas a la estrategia y objetivos de la institución, el desarrollo y ejecución del Plan Estratégico de Tecnologías de Información, permitirá conocer al CSI@, en que parte del camino para alcanzar sus objetivos se encuentra, y delinear los caminos para obtener los mejores resultados con el apoyo de las TI en los tiempos establecidos.
- Con el empleo de un PETI en el desarrollo de los procesos y servicios que brinda el CSI@, se garantiza que las herramientas de TI se ajusten a los requerimientos, es decir a las necesidades de los usuarios y clientes del CSI@, se minimiza el riesgo de fracaso en un proyecto y sobre todo

el CSI@ se prepara para enfrentar los cambios actuales en las TI y los entienden como una oportunidad.

Revisando archivos se encuentra el artículo científico de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López Ecuador [9] cuyo tema es “Propuesta de Plan Estratégico de Tecnologías de Información en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López”. En la que se determinan las siguientes conclusiones que se toma como referencia para esta investigación:

- La evaluación de los procesos de TI efectuados en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí permitió conocer el estado en el que encontraba la institución en lo que a tecnología se refiere.
- La metodología utilizada (PETI), fue el fundamento teórico que permitió la organización de la información y la racionalización de procesos, con el propósito de alcanzar los mejores resultados y proponer soluciones eficientes.
- La construcción del modelo operativo, la estructura de la organización y la arquitectura de información ayudó a definir la estrategia general de Tecnología de Información para ser implementada en la institución.

En la Tesis [10] cuyo tema es “Plan Estratégico de Tecnologías de la Información y Comunicación del departamento de desarrollo informático de la Universidad de Cuenca, para el período 2009-2011”. Determina lo siguiente:

De carácter institucional:

- Los directivos de la Universidad de Cuenca consideran a las TIC's como herramientas estratégicas que apoyan sus ejes fundamentales: Docencia, Investigación, Vinculación con la Comunidad y Gestión.

Están conscientes de que actualmente a nivel mundial están cambiando los modelos tradicionales de enseñanza-aprendizaje por otros apoyados por la TIC's donde la meta es “aprender a aprender”, por ello buscan las estrategias para afrontar estos nuevos retos. Sin embargo, existen varios factores que obstaculizan la penetración de las TIC's, entre los principales están: resistencia al cambio tecnológico generada por el temor de los usuarios ante la tecnología sobre todo por un aspecto generacional, resistencia al cambio de nuevas formas de enseñanza-aprendizaje, la falta de capacitación al personal universitario en el manejo de las herramientas tecnológicas.

- Para el logro de los objetivos de la institución es necesario que los objetivos del departamento de TIC's estén alineados con ellos, y que todo su esfuerzo sea en búsqueda de beneficio a nivel de la organización. En lo referente a este aspecto continuamente se ha tenido dificultades dadas sobre todo por la falta de una cultura de planificación, en que se actúa día a día con el fin de dar soluciones a problemas puntuales y siempre con acciones reactivas y casi nunca proactivas.
- El departamento de TIC's debe ser el que coordine las acciones generales a nivel de Universidad relacionadas con la infraestructura tecnológica, defina políticas de TIC's, asesore a los niveles directivos en el ámbito de TIC's, de las pautas para el avance tecnológi-

co en coordinación con los administradores de TIC's de las diferentes facultades y dependencias, y coordine con los responsables de generación de datos y contenidos.

- Los procesos de comunicación interna en una organización permite que los usuarios se mantengan informados sobre las iniciativas emprendidas y ello conlleva a que asuman responsabilidades y compromisos. En el caso de la Universidad de Cuenca la información que se genera a nivel de facultades, departamentos, centros, en ocasiones no fluye adecuadamente, cierta información se queda en otros niveles y no está al alcance de toda la comunidad universitaria. En la Universidad existen medios electrónicos para difundir información: e-mail, portal universitario, pantallas informativas, se requiere sacar el máximo provecho de ellas.
- La difusión de los productos y servicios que brinda el departamento de TIC's es otro de los aspectos fundamentales, pues de acuerdo a las encuestas un gran número de usuarios no usan los servicios de TIC's porque desconocen de su existencia. Siendo el caso de la biblioteca digital o de las bases de datos digitales a las que está suscrita la Universidad, que se constituyen en recursos importantes para apoyar a la docencia e investigación.

De carácter técnico:

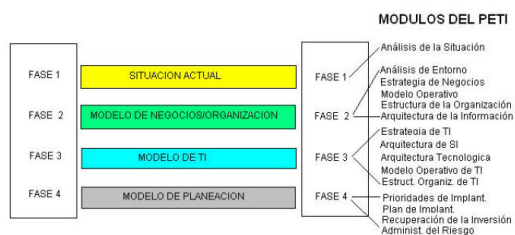
- Los procesos de gestión tecnológica no pueden ser un conjunto de actividades aisladas, sino deben ser coordinadas con todas las instancias universitarias involucradas en los procesos.
- La implementación de un marco de referencia para el gestión de TIC's, da las pistas para alcanzar los objetivos de la organización.
- Los sistemas de información al ser desarrollados con una visión integral y con las interfaces necesarias, facilitan su integración y permiten el manejo de la información de forma estratégica para apoyar a los niveles directivos en la toma de decisiones.
- La planificación estratégica permite la adopción de medidas proactivas para evitar circunstancias no deseadas o en todo caso para mitigar los efectos producidos.
- Para medir los avances y resultados de la implementación del plan, es necesario, definir una batería de indicadores que permitan ir monitoreando el proceso.
- La generación de contenidos y el desarrollo de una cultura de información son aspectos fundamentales en el campo de las TIC's, pues no basta con montar la infraestructura tecnológica, si esta no va a ser utilizada a su máximo potencial. Es así, el caso de la plataforma de educación virtual, en la que existe el sistema y la infraestructura necesaria, sin embargo, esta iniciativa no ha trascendido por la falta de generación de contenidos para alimentarla y por la ausencia de capacitación en su manejo.

### 3 Metodología

Para determinar el modelo de planeación del PETI, es necesario aplicar las cuatro fases de la metodología, que se expone en la Fig. 1:



**Fig. 1.** Fases de la Metodología de Planeación Estratégica de Tecnología de Información



**Fuente:** Metodología de Planeación Estratégica de Tecnología de Información [11]

**Fase I:** Situación actual. El propósito es entender apropiadamente la posición de la empresa, sus problemas y madurez tecnológica.

**Fase II:** Modelo de negocio/organización. El modelo operativo se enfoca en el análisis y la reestructuración del funcionamiento de la empresa. Es un paso fundamental como precursor en la identificación de requerimientos de Tecnología de Información. Su diseño es una representación funcional de las estrategias de la organización.

**Fase III:** Modelo de tecnología de la información. La tercera fase está relacionada con la creación de un modelo de Tecnología de Información, que defina los lineamientos, controle las interfaces y establezca la integración de los componentes tecnológicos. El propósito es identificar soluciones de Tecnología de Información para establecer una ventaja estratégica y competitiva, así como el soporte operacional correspondiente.

**Fase IV:** Modelo de planeación. La cuarta y última fase se vincula con la creación de un modelo de planeación, relacionado con la identificación de proyectos que muestren cómo los recursos van a ser incorporados en la organización. Se concentra en el establecimiento de sus prioridades, la creación de un plan, un estudio del retorno de la inversión y un análisis del riesgo.

El establecimiento de las prioridades es un método que permite colocar, en el orden debido de implantación, los procesos automatizables del modelo operativo y los traducidos en sistemas de información, esto en términos del potencial de ganancia y la probabilidad de éxito.

#### 4 Resultados

**Fase I:** Situación Actual: El auge de las Tecnologías de la Información obliga a las universidades a automatizar sus principales procesos para mejorar la competitividad de sus servicios apoyados por la Internet como medio de difusión y acceso a los mismos, es por ello que la Universidad Católica de Cuenca se encuentra enmarcada en optimizar sus servicios de TI para apoyar al crecimiento de la institución.

La Universidad Católica de Cuenca cuenta con 32 personas trabajando en el Departamento con una distribución que puede ser observada en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Personal de TI Universidad Católica de Cuenca.

Departamentos	Personas
Personal de TI	11
Recursos Tecnológicos	11
Desarrollo de Aplicaciones	8
Control de Calidad y Seguridad de la Información.	2
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>

**Fuente:** Personal del Departamento de TI.

Al no contar con una Planificación Estratégica de Tecnologías de la Información (PETI) algunas actividades se llevan a cabo de la manera que el ejecutor considere apropiado, o según como se presente la situación, los requerimientos se resuelven por experiencia, en algunos casos se ofrece soluciones reactivas, aumentando el tiempo y esfuerzo invertido en tareas que pueden volverse recurrentes, esto hace que algunos requerimientos no se cumplan en fechas establecidas o previstas en los ámbitos en los cuales laboran el personal de TI.

En función de ello, se considera prioritario elaborar un documento que permita integrar las Estrategias del Negocio con las Estrategias de TI, estableciendo políticas y procedimientos que responda a las necesidades de la organización y contribuya al éxito de la Universidad Católica de Cuenca. Su desarrollo hace referencia a la “Planificación Estratégica de Tecnología de Información” muy conocido hoy en día como PETI.

**Fase II:** Modelo de Negocios/Organización:

**Fig. 2.** Diagrama Orgánico Funcional de la Universidad Católica de Cuenca.



**Fuente:** Actualización del Plan Estratégico Institucional 2011 – 2015 para los años 2014-2015 [12].

**Diseño:** Universidad Católica de Cuenca.

Según el Estatuto Orgánico por Procesos de la Universidad Católica de Cuenca vigente (ver Fig.2), el Departamento de TI pertenece a la cadena de soporte y apoyo dentro de la Institución y es responsable de la administración de la información automatizada, y de la dirección y operaciones de los recursos de tecnología de información, desarrollo, mantenimiento, implantación, elaboración y evaluación de políticas, estándares, procedimientos, y soporte técnico especializado. Todos estos procesos tienen sus propios responsables, de acuerdo a la función que desempeñan en la institución.

Además, el Departamento de TI apoya a los procesos de supervisión y administración interna (centro de cómputo, redes, comunicaciones, bases de datos, sistemas operativos, seguridades, etc.).

Se ha tomado en cuenta que el insumo más valioso de la Universidad Católica de Cuenca es su información, la misma que proviene de diferentes fuentes, pero de manera fundamental de la Gestión Educativa.

**Tabla 2.** Objetivos Estratégicos Universidad Católica de Cuenca.

Objetivos Estratégicos	Descripción
Objetivo Estratégico 1	<b>GESTIÓN ADMINISTRATIVA:</b> Implementar un sistema de gestión administrativa que permita la optimización de los recursos económicos, financieros, humanos, materiales y tecnológicos, desde la perspectiva de igualdad, alineada con la misión y visión institucional.
Objetivo Estratégico 2	<b>GESTIÓN ACADÉMICA:</b> implementar la excelencia académica elevando la calidad de la transmisión de conocimientos, mediante modernos procesos de enseñanza-aprendizaje que respondan a las futuras demandas de la sociedad y en correspondencia con los ejes de igualdad.
Objetivo Estratégico 3	<b>GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN:</b> Consolidar un sistema moderno de investigación, desarrollo e innovación para potenciar las capacidades de las áreas de influencia de la Universidad Católica de Cuenca, considerando las políticas de igualdad.
Objetivo Estratégico 4	<b>GESTIÓN DE VINCULACIÓN:</b> Fortalecer la vinculación con la sociedad dando respuesta a las necesidades socio-productivas y culturales de la comunidad, a través de programas y proyectos pertinentes y articulados a los ejes de igualdad.
Objetivo Estratégico 5	<b>GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA:</b> Establecer un modelo de gestión para el desarrollo, implementación y aprovechamiento de la infraestructura institucional, considerando criterios de igualdad.
Objetivo Estratégico 6	<b>GESTIÓN DE INTERNACIONALIZACIÓN:</b> Potenciar las capacidades de docentes y estudiantes considerando las políticas de igualdad, mediante convenios y redes universitarias, logrando el posicionamiento de la UCACUE a nivel internacional.

**Fuente:** Actualización del Plan Estratégico Institucional – PEDI 2016-2020 para el período 2018-2020.  
**Diseño:** Universidad Católica de Cuenca.

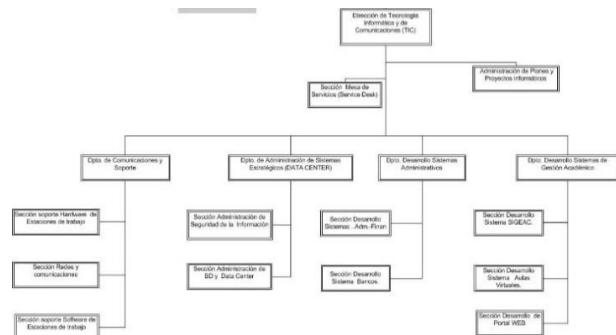
En donde se ha tomado de la Tabla 3 el Objetivo Estratégico 1 como Objetivo del Negocio para la alineación con los Objetivos de TI.

**Fase III:** Modelo de TI: En base al análisis FODA realizado y al objetivo institucional: “GESTIÓN ADMINISTRATIVA: Implementar un sistema de gestión administrativa que permita la optimización de los recursos económicos, financieros, humanos, materiales y tecnológicos, desde la perspectiva de igualdad, alineada con la misión y visión institucional.”, después de mapear el mismo con los objetivos corporativos de COBIT 5 y este con los de TI se obtuvo las siguientes metas de TI:

- Alineamiento de TI y la estrategia de negocio.
- Entrega de servicios de TI de acuerdo a los requisitos del negocio.
- Entrega de Programas que proporcionen beneficios a tiempo, dentro del presupuesto y satisfaciendo los requisitos y normas de calidad.

Luego se procedió a realizar el orgánico funcional de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) de la Universidad con cada una de sus jerarquías y responsabilidades, como se observa en la Fig.3:

**Fig. 3.** Organigrama del Orgánico Funcional de Tecnologías de Información.



**Fuente:** Departamento de TI.

**Fase IV:** Modelo de Planeación: Para cumplir con las metas de TI se han establecido 5 ejes de acción (programas) cuya finalidad es cumplir con la misión y alcanzar la visión tecnológica institucional, como puede observarse en la Tabla ??.

**Tabla 3.** Objetivos Estratégicos Universidad Católica de Cuenca.

Eje Estratégico	Ámbito
1	Tecnologías e infraestructura
2	Dirección y organización
3	Componente humano
4	Financiero y económico
5	Información y divulgación

4.1 Eje Estratégico 1: Tecnologías e Infraestructura

**Objetivos**

- Proporcionar a todos los usuarios que acceden a los sistemas informáticos una comunicación integral, robusta, funcional, eficiente, segura y flexible que garantice la prestación de los servicios y su funcionalidad esté de acuerdo a las necesidades de los usuarios.
- Efectuar acciones preventivas y correctivas orientadas para la utilización efectiva y eficiente de los recursos tecnológicos.

4.2 Eje Estratégico 2: Dirección y Organización

**Objetivos**

- Implementar el Orgánico funcional de TI en el Organigrama de la empresa y alinear los objetivos de TI con los objetivos de la Universidad.
- Promover la implementación de un Comité Asesor de Sistemas que establezca prioridades en la asignación de recursos tecnológicos y la prestación de servicio a las diferentes áreas organizacionales.

4.3 Eje Estratégico 3: Componente Humano

**Objetivo**

- Realizar planes de actualización profesional para el personal del Departamento de TI de la UCACUE, de acuerdo con sus puestos de trabajo y con los requerimientos Institucionales.

#### 4.4 Eje Estratégico 4: Financiero Económico

##### Objetivo

- Obtener la financiación y la procuración de recursos tecnológicos requeridos para el funcionamiento de los servicios tecnológicos, y disponer del financiamiento para nuevos proyectos.

#### 4.5 Eje Estratégico 5: Información y Divulgación

##### Objetivo

- Socializar el Orgánico funcional de TI al personal de la Universidad, su orden jerárquico, responsabilidades, políticas y procedimientos.
- Promover el conocimiento de todas las herramientas de TI para que los usuarios que utilizan los servicios tecnológicos de la UCACUE conozcan y puedan manejar.

### 5 Discusión

Considerando los resultados del análisis realizado, y establecidos los ejes de acción, se determina:

Elegir y capacitar adecuadamente a todos los participantes, ejecutivos y equipo sobre el propósito principal del plan. Realizar una lista que contemple las personas que van a apoyar al desarrollo del plan y suministrar información al equipo de estudio.

Los beneficios que proporcionaría la Planificación Estratégica de Tecnologías de Información al negocio son:

- Permitir una gestión de alto nivel, para ver a la empresa en términos de las funciones clave de negocio y de los datos que maneja.
- Identificar la información y los sistemas necesarios para apoyar las prioridades de negocio.
- Establecer una plataforma tecnológica y un “framework” para el desarrollo de sistemas de información.
- Enlazar el desarrollo de sistemas al plan de negocio.
- Establecer prioridades y las expectativas de proyectos de sistemas.

También, se considera:

- Construir sistemas informáticos con un plan apropiado.
- Alinear las necesidades de TI/SI con los objetivos del negocio y las estrategias del mismo.
- Desarrollar sistemas no solamente tecnológicos.
- Orientar el Plan Estratégico hacia la acción, las acciones deben ser mensurables.
- Incluir a las personas que toman decisiones en la Universidad en la planificación informática.
- Centrar la planificación estratégica de los sistemas de información en la calidad y no en la cantidad.
- Actualizar periódicamente el plan estratégico de los sistemas de información para asegurar que siga siendo viable.

### Referencias Bibliográficas

1. L. Guarucano, “Análisis de modelos de gestión estratégica para implantación de gobierno electrónico en registros y notarias públicas,” *Revista electrónica de estudios telemáticos.*, vol. 4, no. 2, p. 114, 2005.
2. Romero, *Las Tecnologías y los Sistemas de Información*. Barquisimeto - Venezuela.: Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Decanato de Ciencias y Tecnología., 2003.
3. Lardent, *Sistemas de Información para la Gestión Empresarial, Planeamiento, Tecnología y Calidad*. Buenos Aires - Argentina: Prentice Hall y Pearson Educación., 2001.
4. O’Brien, *Sistemas de Información Gerencial*. Bogotá - Colombia: McGraw Hill Interamericana., 2001.
5. Fábregas, *Planificación de Tecnología de Información*. 2005.
6. J. E. Najarro Bellido and C. E. Figueroa Orbegoso, *Planeamiento Estratégico de Tecnología de Información de la Escuela Superior Privada de Tecnología – SENATI*. 2005.
7. A. d. J. Infante, *Plan Estratégico de Sistemas de Información para la Dirección de Admisión y Control de Estudios de la UCLA*. Barquisimeto - Venezuela: Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, 2007.
8. I. Gómez Guillén, *Propuesta de Desarrollo del Plan Estratégico de Tecnología de Información para el Centro de Servicios Informáticos Académico (CSI@) de la Universidad Estatal de Milagro*. 2011.
9. J. A. Párraga Álava and E. C. Hermosa Mena, *Propuesta de Plan Estratégico de Tecnologías de Información en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López*. 2012.
10. D. Suquilanda Villa, *Plan Estratégico de Tecnologías de la Información y Comunicación del departamento de desarrollo informático de la Universidad de Cuenca, para el período 2009-2011*. Cuenca - Ecuador: Universidad de Cuenca, 2010.
11. J. Clempner Kerik and A. Gutiérrez Tornés, “Administración y Ejecución de un Plan Estratégico de Tecnología de Información,” *Revista Digital Universitaria*, vol. 3, 2002.
12. C. Cordero Moscoso, E. Pozo Cabrera, A. L. Guijarro Cordero, and G. Arévalo Idrovo, “Universidad Católica de Cuenca,”



# Análisis de alternativas metodológicas para el desarrollo de software móvil para casas inteligentes

Cesár Remigio Vega Abad<sup>1\*</sup> y Jaime Hernán Niveló Fernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería de Sistemas,  
Universidad Católica de Cuenca, extensión Cañar

\*crvega@ucacue.edu.ec

## Resumen

Este artículo describe el análisis y selección de un procedimiento y un método de desarrollo de software móvil para la implementación de casas inteligentes con la organización de equipos de trabajo multidisciplinario y como aporte al establecimiento formal de una guía de buenas prácticas organizativas. La integración de la tecnología en la automatización inteligente de una vivienda podrá ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas por tal motivo y con base a lo investigado se podría considerar para el establecimiento de un emprendimiento.

**Palabras clave:** Métodos, Software, Casas Inteligentes, Móvil.

## Abstract

*This article describes the analysis and selection of a procedure and a method of development of mobile software for the implementation of intelligent houses with the organization of multidisciplinary teams and as a contribution to the formal establishment of a guide of Good organizational practices. The integration of technology into the intelligent automation of a home can help to improve the quality of life of people for this reason and based on what was investigated could be considered for the establishment of a venture.*

**Key words:** Methods, Software, smart homes, mobile..

## 1 Introducción

En la tercera generación 3G y 3.5G aparecen nuevos servicios, entre los que se destacan la videoconferencia y el Sistema de Posicionamiento Global, Global Positioning System(GPS), además del uso de las redes del operador de telefonía para acceder a Internet desde un computador con altas velocidades de descarga, High Speed Downlink Packet Access (HSDPA).

La cuarta generación 4G con tecnologías como: Long Term Evolution (LTE), LTE Avanzado, LTEAdvanced(LTE-A), High Speed Packet Access(HSPA+) y el estándar IEEE 802.16; ofrecen servicios basados completamente en el Protocolo de Internet (IP), con velocidades de transferencia hasta de 100 Mbps y con Calidad de Servicios, Quality of Service(QoS)

El objetivo de la domótica es el de proporcionar una mejor calidad de vida aumentando la comodidad, la seguridad y el confort consiguiendo a su vez un mayor número de servicios de gran utilidad disponibles para el habitante de la casa, pero la pregunta es cómo relaciono la domótica con el desarrollo de software; Es aquí en donde se suman dos términos que engloba el tema antes mencionado, por una parte están los sistemas embebidos y por otra parte los estándares de desarrollo de software tales como ISO/IEC 9126 (ISO 9126, 1991) orientado al producto software, CMMI (Capability Maturity Model Integration) (Chrissis,

Konrad & Shrum, 2011), TSP (Team Software Process) (Software Engineering Institute, 2010b) y PSP (Personal Software Process).

Según estos criterios el siguiente artículo tratara de dirigir hacia una metodología que nos permita desarrollar un software óptimo compatible con los diversos tipos de sistemas embebidos para desarrollar un sistema domótico completo y adaptable.

## 2 Características de los estándares de desarrollo de software

### 2.1 Capability Maturity Model Integration CMMI

CMMI es un modelo de procesos que contiene las mejores prácticas de la industria para el desarrollo, mantenimiento, adquisición y operación de productos y servicio. Su enfoque es la mejora de procesos, que provee a las organizaciones de los elementos esenciales para un proceso efectivo y provee guía para la calidad de los procesos. CMMI fue desarrollado por el Software Engineering Institute (SEI). [1]

El modelo CMMI consta de 22 áreas de proceso. Las áreas de proceso de Nivel 2 y 3 son las siguientes: Planificación de Proyecto (PP), Seguimiento y Control de Proyectos (PMC), Desarrollo de Equipos Integrado (IT), Gestión de Riesgos (RSKM), Desarrollo de Requisitos (RD), Gestión de Requisitos (RM), Solución Técnica (TS), Integración

del Producto (SI), Verificación (VER), Validación (VAL), Medición y Análisis (MA), Gestión de la Configuración (CM), Aseguramiento de Calidad de Proceso y Producto (PPQA). CMMI es utilizado en más de 5000 empresas (SEI, 2015) de las cuales 24 son empresas ubicadas en el Perú. En su gran mayoría las empresas peruanas se encuentran en nivel 2 y 3. [1]

## 2.2 Personal Software Process PSP

PSP es un proceso de auto-mejoramiento que ayuda a controlar, gestionar y mejorar la forma de trabajar. Se trata de un marco estructurado de formas, pautas y procedimientos para el desarrollo de software. Usar PSP correctamente, proporciona los datos que se necesita para realizar y cumplir con los compromisos, y hacer que los elementos de rutina del trabajo sean más predecibles y eficientes. Tiene como premisa de que la calidad de software depende del trabajo de cada uno de los ingenieros de software y de aquí que el proceso diseñado debe ayudar a controlar, manejar y mejorar el trabajo de los ingenieros. PSP ayuda al ingeniero a estimar y planificar su trabajo, lograr sus compromisos y responder de la mejor manera ante un trabajo bajo presión. [1]

Los principales objetivos de PSP son: maximizar calidad del software, lograr una disciplina de mejora continúa en el proceso de desarrollo, mejorar la calidad del proceso de desarrollo e incrementar la productividad. Considerando que calidad se basa en la medición. PSP integra un conjunto de formularios, que también son usados por PSP para recoger las métricas necesarias. [1]

## 2.3 Team Software Process TSP

TSP es un proceso de desarrollo que enfatiza en calidad y métricas. Un proyecto de software de TSP se desarrolla a través de una serie de ciclos de desarrollo, donde cada ciclo comienza con un proceso de planificación llamado lanzamiento y termina con un proceso de cierre llamado postmortem. El uso de TSP en los proyectos de desarrollo software permite que los proyectos sean entregados a tiempo, dentro del presupuesto y con calidad.

TSP ayuda a planificar y gestionar el equipo de un proyecto software y está basado en cuatro principios básicos: (1) aprender es más efectivo cuando sigues un proceso definido, (2) el trabajo en equipo requiere de una combinación de metas específicas, un ambiente de trabajo de apoyo, liderazgo y entrenamiento capaces, (3) aprecia los beneficios de las prácticas de desarrollo y (4) la formación es más eficaz cuando se dispone de conocimiento previo [1]

## 2.4 ISO/IEC 9126 (ISO 9126, 1991)

El estándar ISO/IEC 9126 se compone de cuatro partes: modelo de calidad, métricas externas, métricas internas y métricas para la calidad en uso.

Propone un modelo de calidad categorizando la calidad de los atributos software en seis características (funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y

portabilidad), las cuales son subdivididas en sub características. El modelo más actual está representado por las normas ISO 25000, conocidas con el nombre de SQuaRE (Software Quality Requirements and Evaluation), basada en ISO 9126 y en ISO 14598, se desagrega en 5 tópicos: 1-Gestión de la Calidad (2500n), 2- Modelo de Calidad (2501n), 3- Medidas de Calidad (2502n), 4-Requerimientos de Calidad (2503n) y 5-Evaluación de la Calidad (2504n) [PGC07]. [2]

## 3 Metodologías de desarrollo de software móvil

En el mundo de desarrollo de software en general, existen muchos métodos de desarrollo, cada uno con sus fortalezas y debilidades en el caso de desarrollo móvil ocurre de forma similar pero todo método se deberá elegir en función de las necesidades.

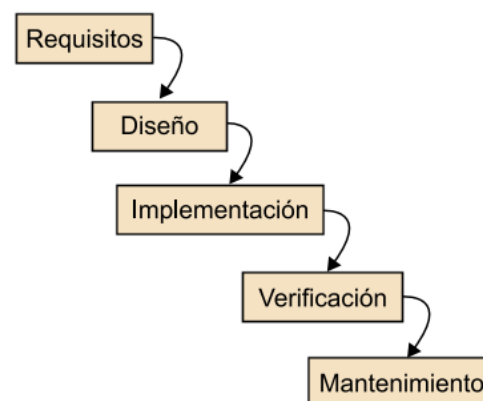
Algunos de los métodos más conocidos son los siguientes:

- 1) Modelo waterfall
- 2) Desarrollo rápido de aplicaciones
- 3) Desarrollo ágil (cualquiera de sus variantes)
- 4) Mobile-D

### 3.1 Modelo waterfall

El modelo waterfall es el modelo más estático y predictivo. Es aplicable en proyectos en los que los requisitos están fijados y no van a cambiar durante el ciclo de vida del desarrollo. Esta aproximación divide el proyecto en fases CC-BY-SA • PID\_00176755 40 Métodos para el desarrollo de aplicaciones móviles estancas totalmente secuenciales. En este modelo, el desarrollo se interpreta como el agua que va cayendo de un estanque al siguiente. Se le da mucho énfasis a la planificación, a los tiempos, a las fechas límite y al presupuesto.

Fig. 1. Modelo Waterfall



Fuente: C. Fernandez, y P. Baptista

En el contexto de desarrollo Waterfall suele priorizar la implementación solo la planificación.



### 3.2 Desarrollo rápido de aplicaciones

El desarrollo rápido de aplicaciones es un método de desarrollo iterativo cuyo objetivo es conseguir prototipos lo antes posible para mejorarlos después, poco a poco. Se suele priorizar la implementación sobre la planificación, y se utilizan muchos patrones de diseño conocidos para poder adaptarse de la mejor manera a cambios en los requerimientos.

### 3.3 Desarrollo ágil

El desarrollo ágil es un modelo de desarrollo basado en iteraciones, donde en cada iteración se realizan todas las fases del ciclo de desarrollo.

- 1) Dar más valor a los individuos y a sus interacciones que a los procesos y herramientas.
- 2) Dar más valor al software que funciona que a la documentación exhaustiva.
- 3) Dar más valor a la colaboración con el cliente que a la negociación contractual.
- 4) Dar más valor a la respuesta al cambio que al seguimiento de un plan.

Los métodos ágiles suelen ser más adecuados para el desarrollo de aplicaciones móviles por las siguientes razones:

- Alta volatilidad del entorno: Con cambios en entornos de desarrollo, nuevos terminales y nuevas tecnologías a un ritmo mucho más elevado que en otros entornos de desarrollo.
- Equipos de desarrollo pequeños: Dado que los desarrollos móviles suelen ser proyectos relativamente pequeños, los equipos no suelen ser muy grandes. Generalmente son llevados a cabo por desarrolladores individuales o por PYME.
- Software no crítico: No suelen ser aplicaciones de alto nivel de criticidad, dado que suelen ser aplicaciones para entretenimiento o gestión empresarial no crítica.
- Ciclos de desarrollo cortos: Dada la evolución constante de la industria, se requieren ciclos de vida realmente cortos para poder dar salida a las aplicaciones a tiempo.

A continuación se describe las metodologías ágiles más representativas en la bibliografía revisada:

#### 3.3.1 Metodología ágil XP

XP es una de las llamadas metodologías ágiles de desarrollo de software más exitosas en tiempos recientes.

EXtreme Programming (XP) maneja una comunicación directa con los involucrados y está diseñada para trabajar con proyectos de software que serán desarrollados por equipos pequeños de programadores [3]

#### 3.3.2 Metodología ágil Kanban

No es una técnica específica de desarrollo software y su objetivo principal es gestionar de manera general como se van completando tareas. Taiichi Ohno inventa el método Kanban en Toyota. Podemos encontrar a Kanban dentro

de la estrategia Kaizen para el proceso de mejora continua. Kanban es una palabra japonesa que significa algo así como “tarjetas visuales” (kan significa visual, y ban tarjeta). [4]

#### 3.3.3 Metodología ágil Scrum

Una metodología ágil llamada Scrum es una metodología ágil y flexible para gestionar el desarrollo de software, el principal objetivo es potenciar el retorno de la inversión para la empresa. Se basa en construir primero la funcionalidad de mayor valor para el cliente para el caso de casas inteligentes es la seguridad perimetral y la inspección continua para el control, la adaptación al diseño de la casa a ser implementada.

Siguiendo a [9] se define a SCRUM, como una colección de procesos para la gestión de proyectos, que permite centrarse en la entrega de valor para el cliente y la potenciación del equipo para lograr su máxima eficiencia, dentro de un esquema de mejora continua.

La gestión de proyectos ágil con SCRUM deriva de mejores prácticas de negocios en empresas como Toyota, Fuji-Xerox, Honda y Canon. Toyota consigue habitualmente cuatro veces la productividad y 12 veces la calidad de los competidores [10].

En [11] se mencionan algunas implementaciones de SCRUM, como ser las diversas variantes de éste enfoque para el desarrollo de nuevos productos, que fue observada por primera vez por [12] en el Fuji-Xerox, Canon, Honda, NEC, Epson, Brother, 3M, Xerox y Hewlett-Packard.

Los beneficios de esta metodología se describen:

**Cumplimiento de expectativas:** El cliente establece sus expectativas indicando el valor que le aporta cada requisito / historia del proyecto, el equipo los estima y con esta información el Product Owner establece su prioridad. De manera regular, en las demos de Sprint el Product Owner comprueba que efectivamente los requisitos se han cumplido y transmite se feedback al equipo.

**Flexibilidad a cambios:** Alta capacidad de reacción ante los cambios de requerimientos generados por necesidades del cliente o evoluciones del mercado. La metodología está diseñada para adaptarse a los cambios de requerimientos que conllevan los proyectos complejos.

**Reducción del Time to Market:** El cliente puede empezar a utilizar las funcionalidades más importantes del proyecto antes de que esté finalizado por completo.

**Mayor calidad del software:** La metódica de trabajo y la necesidad de obtener una versión funcional después de cada iteración, ayuda a la obtención de un software de calidad superior.

**Mayor productividad:** Se consigue entre otras razones, gracias a la eliminación de la burocracia y a la motivación del equipo que proporciona el hecho de que sean autónomos para organizarse.

**Maximiza el retorno de la inversión (ROI):** Producción de software únicamente con las prestaciones que aportan mayor valor de negocio gracias a la priorización por retorno de inversión.

Predicciones de tiempos: Mediante esta metodología se conoce la velocidad media del equipo por sprint (los llamados puntos historia), con lo que consecuentemente, es posible estimar fácilmente para cuando se dispondrá de una determinada funcionalidad que todavía está en el Backlog.

Reducción de riesgos: El hecho de llevar a cabo las funcionalidades de más valor en primer lugar y de conocer la velocidad con que el equipo avanza en el proyecto, permite despejar riesgos eficazmente de manera anticipada. [5]

Product Backlog: Conjunto de requisitos denominados historias descritos en un lenguaje no técnico y priorizados por valor de negocio, o lo que es lo mismo, por retorno de inversión considerando su beneficio y coste. Los requisitos y prioridades se revisan y ajustan durante el curso del proyecto a intervalos regulares.

Sprint Planning: Reunión durante la cual el Product Owner presenta las historias del backlog por orden de prioridad. El equipo determina la cantidad de historias que puede comprometerse a completar en ese sprint, para en una segunda parte de la reunión, decidir y organizar cómo lo va a conseguir.

Sprint: Iteración de duración prefijada durante la cual el equipo trabaja para convertir las historias del Product Backlog a las que se ha comprometido, en una nueva versión del software totalmente operativo.

Sprint Backlog: Lista de las tareas necesarias para llevar a cabo las historias del sprint.

Daily sprint meeting: Reunión diaria de cómo máximo 15 min. En la que el equipo se sincroniza para trabajar de forma coordinada. Cada miembro comenta que hizo el día anterior, que hará hoy y si hay impedimentos.

Demo y retrospectiva: Reunión que se celebra al final del sprint y en la que el equipo presenta las historias conseguidas mediante una demostración del producto. Posteriormente, en la retrospectiva, el equipo analiza qué se hizo bien, qué procesos serían mejorables y discute acerca de cómo perfeccionarlos. [5]

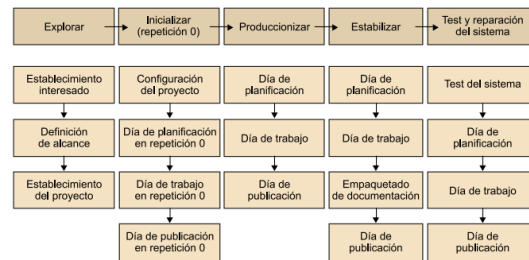
### 3.4 Mobile-D

El método Mobile-D se desarrolló junto con un proyecto finlandés en el 2004. Fue realizado, principalmente, por investigadores de la VTT (Instituto de Investigación Finlandés) y, a pesar de que es un método antiguo, sigue en vigor (se está utilizando en proyectos de éxito y está basado en técnicas que funcionan).

El objetivo es conseguir ciclos de desarrollos muy rápidos en equipos muy pequeños (de no más de diez desarrolladores) trabajando en un mismo espacio físico. Según este método, trabajando de esa manera se deben conseguir productos totalmente funcionales en menos de diez semanas.

Se trata de método basado en soluciones conocidas y consolidadas: Extreme Programming (XP), Crystal Methodologies y Rational Unified Process (RUP), XP para las prácticas de desarrollo, Crystal para escalar los métodos y RUP como base en el diseño del ciclo de vida. [6]

Fig. 2. Cada fase (excepto la inicial) tiene siempre un día de planificación y otro de entrega



Fuente: C. Fernández, y P. Baptista, P

## 4 Integración de las Tecnologías de Información

En los últimos años se ha venido hablando mucho acerca de las tecnologías de información el internet de las cosas y el internet de todo, pero que queremos decir con estos términos que parecen un tanto generalistas; para entenderlo de una mejor manera deberíamos enfocarnos en lo interconectados que nos encontramos al día de hoy lo que nos plantea como explotar y optimizar al máximo los recursos tecnológicos y o fusionarlos con otras ramas de la ingeniería para desarrollar sistemas conjuntos y lograr mejores resultados más robustos, estructurados y orientados a cumplir y satisfacer el requerimiento de un sistema.

La integración de las tecnologías de información en el hogar se denomina domótica. [7]

### 4.1 Domótica

La tecnología en los hogares ha ido apareciendo consolidándose y evolucionando poco a poco a lo largo del tiempo y hemos pasado de controlar simples dispositivos de control remoto IR, pasando por encender luces con una palmada hasta el día de hoy que se pueden amoldar haciendo predicciones y aproximaciones acercándose cada vez más al usuario como un asistente personal que sabe de nuestros gustos y costumbres en este ámbito podemos tener:

### 4.2 Casas controlables

Los habitantes pueden controlar los dispositivos de una manera más avanzada y eficiente que en una casa contemporánea normal aquí se pueden distinguir tres sub clases:

#### 4.2.1 Casas con un controlador remoto integrado

Existen varios subsistemas y aplicaciones que pueden controlarse desde un control remoto o un panel no del entorno y tiene que ser programada cada vez que hay cambios.

#### 4.2.2 Casas con dispositivos interconectados

Los dispositivos electrónicos tales como la tv, radio, ordenadores, altavoces celulares entre otros pueden conectarse entre sí, esta infraestructura permite el intercambio de contenido multimedia facilitando las actividades de entretenimiento.



#### 4.2.3 Casas controladas por voz, gestos o movimientos

Es muy similar al primer sub grupo pero con la diferencia que la unidad de control pasa de tener una unidad visible a una invisible es decir gestual sonora.

#### 4.3 Casas programables.

Permite programar la casa haciendo que sea necesario el encendido y el apagado o configurar algunos dispositivos a una hora determinada. Se distinguen dos sub clases:

##### 4.3.1 Casa programables que reaccionen ante temporizadores o sensores simples

Existen temporizadores que encienden o apagan los dispositivos a una hora determinada básicamente toman la información de un sensor y provoca que otros dispositivos cambien de estado.

##### 4.3.2 Casas programables que evalúan y reconocen situaciones

Reconocen varias entradas de sensores simultáneamente como un escenario, mismo que debería programarse con anterioridad para que dado el momento al ser reconocido por dichos sensores aplique lo pre configurado, pero la casa no reacciona ante los cambios.

#### 4.4 Casas inteligentes

Este grupo es más apreciado que el anterior con una pequeña excepción el usuario ya no tiene que configurar ninguna funcionalidad cada vez que hay cambio de escenario porque en su programación esta lista para actuar según los cambios del entorno y reconfigurarse de forma autónoma. [2]

### 5 Análisis y selección de metodológicas alternativas

Este artículo se realizó bajo el enfoque empírico-analítico de tipo descriptivo propositivo, las técnicas para la recolección de información fueron la revisión documental. Para el análisis de la información, se utilizó la estadística descriptiva.

En base a entrevistas con desarrolladores del medio, al análisis documental a la experiencia propia y la necesidad de establecer una empresa dedicada a la Domótica que queremos implementar se optó por el proceso TSP por ser la más adecuada para la construcción de equipos de trabajo multidisciplinario como son Desarrolladores de aplicaciones, diseñadores del hardware y personal de instalación.

En cuanto al desarrollo de aplicativos se seleccionó la metodología ágil Scrum porque da valor a los individuos, al software, a la colaboración y a la respuesta al cambio.

Como un proyecto de casas inteligentes depende de del equipo multidisciplinario para la construcción del hardware, software e instalación se realizó el diseño de módulos los cuales se detalla:

- Módulo de Temperatura
- Módulo de Detección de Movimiento (PIR)

- Módulo de Detección de Humedad
- Módulo de Detección de Proximidad
- Módulo de Detección Lumínica (LDR)
- Módulo de Electroválvulas
- Módulo de Control por Voz
- Módulo GSM
- Módulo Bluetooth
- Módulo WIFI
- Módulo RELE
- Motores DC (Corriente Continua), AC (Corriente Alterna)

Los roles y actividades a realizar por parte de los equipos de trabajo se propone las siguientes:

Tabla 1.

Rol	Descripción
Administrador del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta detalladamente como serán ejecutados cada uno de los procesos y actividades del proyecto y así asegurar su culminación exitosa.</li> <li>• Estructura del equipo del trabajo</li> <li>• Tareas a realizar por parte de cada miembro</li> <li>• Estrategias para el control de versiones</li> <li>• Negociación con clientes</li> <li>• Reuniones de trabajo con clientes para la delimitación de módulos a implementar</li> </ul>
Desarrollador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de los módulos bajo especificaciones del cliente</li> <li>• Desarrollo de módulos en varias plataformas</li> </ul>
Diseñador de Hardware	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño y construcción del hardware bajo requerimientos del cliente.</li> </ul>
Instalador de Hardware	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis del lugar físico</li> <li>• Análisis de herramientas y materiales.</li> </ul>

#### Roles para el desarrollo de software móvil para casas inteligentes

En Scrum, el equipo se focaliza en construir software de calidad. La gestión de un proyecto Scrum se centra en definir cuáles son las características que debe tener el producto a construir (qué construir, qué no y en qué orden) y en vencer cualquier obstáculo que pudiera entorpecer la tarea del equipo de desarrollo.

El equipo Scrum está formado por los siguientes roles:

**Scrum master:** Persona que lidera al equipo guiándolo para que cumpla las reglas y procesos de la metodología. Gestiona la reducción de impedimentos del proyecto y trabaja con el Product Owner para maximizar el ROI.

**Product owner (PO):** Representante de los accionistas y clientes que usan el software. Se focaliza en la parte de negocio y él es responsable del ROI del proyecto (entregar un valor superior al dinero invertido). Traslada la visión del proyecto al equipo, formaliza las prestaciones en historias a incorporar en el Product Backlog y las re prioriza de forma regular.

**Team:** Grupo de profesionales con los conocimientos técnicos necesarios y que desarrollan el proyecto de manera conjunta llevando a cabo las historias a las que se comprometen al inicio de cada sprint. [5]

## 6 Conclusiones

Las aportaciones que brinda la presente investigación ayudaran a las empresas y futuras empresas de implementación de casas inteligentes a tener una guía para la para organizacional de estas lo cual en la revisión bibliográfica solo mencionan las metodologías de desarrollo y normas de organización mas no orientadas en conjunto a la implementación de casas inteligentes.

Para el desarrollo de aplicaciones móviles con metodologías ágiles con norma TSP se debe de tener en cuenta dos aspectos fundamentales, el punto de vista del usuario y el punto de vista de la tecnología.

Las aplicaciones móviles para casas inteligentes deben tener las características de un entorno de ejecución amigable para garantizar una rápida adaptación por parte del usuario, además pueden ayudar a solventar los problemas de tipo particular como es la utilización del sistema por parte de personas con discapacidad.

El uso de aplicativos para casas inteligentes ayudara a la optimización de costos que implican la mala utilización de los recursos para el hogar.

Los conocimientos expuestos en la presente son netamente tomados de bibliografía base por lo cual la propuesta se basa en documentación formal.

## Referencias Bibliográficas

1. "Aseguramiento de la Calidad en el Proceso de Desarrollo de Software utilizando CMMI, TSP y PSP," *RISTI* -

*Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, vol. 2016, Dec. 2016.

2. A. M. R. M. A. F. Lastra, "La Casa Inteligente,"
3. A. E. H. Ordoñez, "Business Processes as a Strategy to Improve Re-quirements Elicitation in Extreme Programming," *Memorias del VII Congreso Iberoamericano de Telemática CITA2015*, vol. 1, pp. 221–228, 2015.
4. R. A. Q. HOYOS, "MÉTODO PARA LA ESPECIFICACIÓN DEL PROBLEMA EN ROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE TRABAJADOS CON METODOLOGÍAS ÁGILES," Master's thesis, UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, FACULTAD INGENIERÍA INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES, 2016.
5. Softeng, "Metodología Scrum," 2018.
6. R. R. Vique, "Métodos para el desarrollo de aplicaciones móviles,"
7. C. O. A. S. R. F. J. Andrango, "Sistemas de control de seguridad para casa inteligentes orientado a la web 2.0 bajo Linux con JEE de java," *Revista de DECC Report*, p. 11.

# Análisis del vocabulario controlado AGROVOC y su aplicación en el dominio avícola

Carlos Encalada Loja<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación ITOESS, Universidad Católica de Cuenca

\*cencalada@ucacue.edu.ec

## Resumen

En esta investigación se pretende realizar un análisis del vocabulario controlado AGROVOC (unión de las palabras agricultura y vocabulario), de los diferentes estudios que hay a nivel mundial sobre el dominio de avicultura. Desde el punto de vista del usuario una de las grandes preocupaciones es como acceder a la información que está dispersa en categorías e indexación del conocimiento. En tal sentido, cuando un avicultor quiere buscar contenido sobre una temática avícola concreta, en todos los repositorios de conocimiento, normalmente tiene que realizar una búsqueda en cada repositorio. Para ello utiliza las palabras clave definidas para cada repositorio, que pueden ser diferentes en vez de utilizar las mismas, o incluso, realizar una sola búsqueda única. En caso de existir un sistema de búsqueda en donde todos los repositorios estuvieran integrados se solventaría esta problemática. Esto facilitaría el intercambio de información entre cada una de sus partes. Por ello, es habitual la creación de vocabularios controlados para la clasificación de los contenidos generados. En este trabajo se hace una revisión de la literatura a cerca de los vocabularios controlados y se describe sus principios importantes orientados a conformar la fundamentación teórica del vocabulario controlado AGROVOC y el beneficio de su utilización para el conocimiento del tema avícola.

**Palabras clave:** AGROVOC, vocabularios controlados, dominio avícola, repositorios de conocimiento.

## Abstract

*In this research is intended to carry out an analysis of the Controlled vocabulary AGROVOC (Union of the words Agriculture and vocabulary), in the different studies that exist worldwide about the domain of poultry farming. From a user's point of view, one of the major concerns is how to access the information that is scattered in categories and indexing of knowledge. In this sense, when poultry farmer wants to search for content on a specific poultry subject, in all knowledge repositories, it is usually has to perform a search on each repository. The poultry farmer to do this use the keywords defined for each repository, which may be different instead of using them, or even perform only a single search. If a search system exists in which all the repositories were integrated, this concern would be solved. This would facilitate the exchange of information between each of its parts. Therefore, it is common to create controlled vocabularies for the classification of the generated contents. This paper makes a review of literature about controlled vocabularies and describes its important principles aimed at shaping the theoretical foundation of AGROVOC controlled vocabulary and the benefit of its use for Knowledge of the poultry subject.*

**Key words:** AGROVOC, controlled vocabularies, poultry domain, knowledge repositories.

## 1 Introducción

AGROVOC, es un vocabulario controlado que cubre todas las áreas de interés de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), incluidos alimentos, nutrición, agricultura, pesca, silvicultura, medio ambiente, entre otras áreas de conocimiento. Es publicado por la FAO y editado por una comunidad de expertos [1].

Este vocabulario controlado que está compuesto actualmente (agosto 2017), por más de 33.000 conceptos, ha seguido un proceso evolutivo, pasando de estar en 3 idiomas a 23, siendo el español uno de los tres primeros, de estar disponible solo en papel impreso a estar disponible como un esquema conceptual SKOS-XL [2].

AGROVOC está disponible como un conjunto de datos enlazados (LOD por sus siglas en inglés), alineado con

otros 16 sistemas multilingües de organización del conocimiento relacionados con la agricultura, a saber: DBPedia; EUROVOC; el tesoro de la biblioteca nacional de agricultura (NAL) de los Estados Unidos de América; el tesoro del Centro Internacional para la agricultura y la biotecnología (CABI) [3].

La gestión de AGROVOC se divide en dos partes. Por un lado, la FAO es la encargada de su publicación y revisión final. Mientras que, por otro lado, una comunidad de organizaciones y expertos externos de diferentes áreas de conocimiento se encargan de su edición. Los expertos proporcionan nuevos conceptos, ampliando la terminología de los existentes en otros idiomas. Para realizar el trabajo de edición, la comunidad utiliza VocBench, una herramienta de gestión de vocabularios de código abierto [4].

Una de las características clave que ha facilitado la extensión del uso de AGROVOC en la comunidad es que su acceso y utilización es libre, distribuyéndose bajo licencia Creative Commons 3.0 Atribución (CC-BY) [3].

Actualmente, AGROVOC es utilizado por investigadores, bibliotecarios y administradores de información para indexar, recuperar y organizar datos en sistemas de información agrícola y páginas web [5].

Este documento proporciona una descripción general del conjunto de datos vinculados AGROVOC y detalla las características más importantes en el dominio avícola. Se anhela que este trabajo sea de interés general y pueda servir como una base teórica de uso para la comunidad. El resto de este documento está organizado de la siguiente manera: La sección 2 proporciona más detalles sobre los sistemas semánticos de recuperación de información y como apoyan a la búsqueda de información más precisa; La sección 3 presenta la estructura conceptual de AGROVOC y recursos relevantes tales como: datos vinculados y el flujo de datos; La sección 4 resume las aplicaciones y herramientas de AGROVOC; La sección 5 proporciona información adicional y discute sobre el uso que se podría dar al conjunto de datos vinculados AGROVOC y la sección 6 concluye.

## 2 Antecedentes

Empoderar a los usuarios finales para buscar colecciones de información de magnitudes cada vez mayores. Presenta un reto de desarrollar sistemas que no solo encuentren, sino, también procesen información para la acción de búsqueda (Sánchez & Sicilia, 2009). Estos requieren mucho más poder de los sistemas de organización del conocimiento (KOS), que los esquemas de clasificación y tesauros que existen actualmente. Dichos sistemas (KOS) deben cumplir las siguientes funciones, entre otras:

- La interacción del usuario con el KOS tanto a nivel conceptual como a nivel de términos para mejorar la formulación de consultas y la exploración de temas, y para que el usuario aprenda más sobre el dominio [6].
- Soporte inteligente para la expansión de: consultas, conceptos y sinónimos, dentro de un idioma y en todos los idiomas [6].
- Soporte para aplicaciones de inteligencia artificial y web semántica.

Todas estas funciones requieren relaciones semánticas, que son más expresivas que las pocas categorías y relaciones rudimentarias que se encuentran en los tesauros y clasificaciones tradicionales [7].

Un escenario típico en la recuperación de información ilustra algunas de las deficiencias de los motores de búsqueda de texto libre actuales, como Google. Un avicultor está interesado en averiguar sobre la producción y comienza una búsqueda ingresando la cadena "pollos". Los resultados devueltos en respuesta a la consulta indican inmediatamente varios problemas. En primer lugar, dado que el sistema realiza la búsqueda en función de la cadena de texto real

ingresada. En lugar de una interpretación del significado de la cadena, se recuperan muchos resultados irrelevantes [8].

Esto ocurre porque el término de consulta en sí es ambiguo (es decir, pollo puede referirse al pollo de engorde, carne de pollo, o al nombre de un virus, entre otros). Además, hay millones de resultados sin un acuerdo aparentemente significativo. Para encontrar algo de posible relevancia, el usuario puede necesitar hacer clic y escanear página tras página de los resultados obtenidos. Finalmente, el usuario está atascado con los resultados que se han recuperado; para buscar otros recursos relacionados, como la producción de pollos, el usuario debe comenzar desde el principio nuevamente y formular una consulta diferente, a pesar de que la nueva consulta corresponde a conceptos relacionados con la consulta original. El problema se vuelve evidente: el mayor desafío en la recuperación de información es la identificación de conceptos en un dominio específico de interés como el avícola.

### 2.1 Sistema semántico de recuperación de información

En un sistema semántico de recuperación de información, el sistema reconocería, es decir, "entendería", que la cadena "pollo" era ambigua; entonces solicitaría aclaraciones del usuario sobre cuál de los posibles significados se pretendía. Solo entonces, después de que el usuario aclare el término, el sistema ejecutará la búsqueda y luego recuperaría solo los recursos que habían sido semánticamente marcados. A través, de la indexación manual o automática con el concepto de pollo, sin importar qué palabras o incluso los idiomas que se usan en los recursos [9].

Como el sistema es semánticamente rico, no solo presenta resultados que se basan en la comprensión de la solicitud del usuario. Además, ofrece conceptos relacionados con el usuario que no pensó inicialmente. Basado en una relación semántica, el sistema podría mostrar conceptos como la raza de pollo y las enfermedades relacionadas al pollo. La búsqueda de estos últimos conceptos, conduciría sobre las vacunas utilizados en el control de crecimiento del pollo, y así sucesivamente. En consecuencia, se recuperaría no solo información directamente pertinente a la consulta del usuario. También ayudaría al usuario a explorar, aclarar y encontrar información útil relacionada.

En este escenario, un sistema de organización de conocimiento (KOS, por sus siglas en inglés), tiene dos funciones: 1) ayudar al usuario a explorar el tema de la consulta y 2) respaldar la indexación inteligente (asignación de metadatos), mediante el análisis estadístico y sintáctico-semántico y la comprensión del texto. Ambas funciones requieren un KOS con una estructura semántica rica y definida con precisión [10].

Para llevar a cabo estas y otras tareas más sofisticadas, el KOS debe acoplarse con la estructura conceptual de las "ontologías completas", que son jerarquías de conceptos bien estructuradas conectadas, mediante una rica red de relaciones detalladas, que respaldan la recuperación de conceptos y el razonamiento. Con la riqueza terminológica

del tesoro, los KOS existentes no proporcionan el conjunto completo de relaciones conceptuales precisas para el razonamiento. Estos representan mucho capital intelectual [11] [2].

### 3 Estructura Conceptual de Agrovoc

AGROVOC sigue un enfoque de tesoro tradicional. Es una colección de términos, definiciones y relaciones de términos. Como es el caso con la mayoría de los tesauros, se aplica un conjunto pequeño, estándar y no adaptable de tipos de relación para los términos de interconexión [12].

Los conceptos son representados por términos; sus etiquetas y sus relaciones constituyen las nociones básicas de un esquema conceptual RDF /SKOS-XL como AGROVOC. En tal sentido, son todos aquellos términos que se quiere representar o de lo que “se quiere hablar”, de un área de conocimiento. Un concepto también podría considerarse como el conjunto de todos los términos empleados para expresarlo en las diversas lenguas [13].

En SKOS, los conceptos se expresan como `skos:Concept` y se identifican con una URI (identificador de recursos uniforme) desreferenciable (= URL). Por ejemplo, el concepto de AGROVOC identificado con la URI: [http://aims.fao.org/aos/agrovoc/c\\_1540](http://aims.fao.org/aos/agrovoc/c_1540); corresponde a pollos.

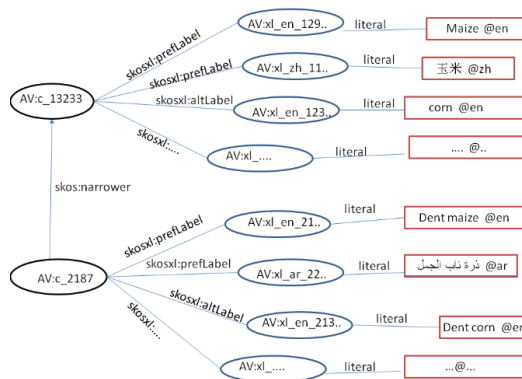
Los términos son concretos empleados para designar un concepto. Por ejemplo, pollos, poulet, 鸡 son etiquetas que se aplican al mismo concepto en español, francés y chino, respectivamente.

Las etiquetas AGROVOC se expresan a través de la extensión SKOS para etiquetas, SKOS-XL. Los predicados empleados son:

- `skosxl:prefLabel`, etiqueta empleada para términos preferidos (“descriptores” en la terminología de tesauros)
- `skosxl:altLabel`, empleada para términos no descriptores.

En la figura 1, se representa un fragmento del esquema conceptual de AGROVOC. Los círculos representan objetos con URI y los rectángulos se emplean para valores literales y AV, mientras que SKOS y SKOS-XL son abreviaturas de <http://www.aims.fao.org/agrovoc/>, <http://www.w3c.org/2008/05/skos-xl#> y <http://www.w3c.org/2004/02/skos/core#>, respectivamente [1].

Fig. 1. Ilustración de esquema conceptual del tesoro AGROVOC.



Fuente: [1] <http://aims.fao.org/es/agrovoc/esquema-conceptual>

La figura 1, ilustra dos conceptos vinculados por una relación (jerárquica) `skos:broader`, y un ejemplo de etiquetas SKOS-XL para cada concepto [1].

#### 3.1 El conjunto de datos vinculados AGROVOC (dataset).

La versión RDF de AGROVOC se ha puesto a disposición como un conjunto abierto de datos vinculados en la dirección: <http://aims.fao.org/aos/agrovoc/> y también está disponible, a través de un base de datos en el sitio del proyecto de su plataforma de edición principal, VocBench (ver [4] para una descripción detallada de esta herramienta de edición colaborativa desarrollada por la FAO y otros socios). Los datos de AGROVOC son libremente utilizables bajo los términos de la licencia de Creative Commons 3.0.

Un archivo de descripción que sigue las especificaciones de VoID (Vocabulario de conjuntos de datos interconectados) [10], está disponible junto con el conjunto abierto de datos AGROVOC Linked: <http://aims.fao.org/aos/agrovoc/void.ttl>. VoID contiene información estadística sobre el conjunto de datos vinculado, así como también las coordenadas para acceder automáticamente y consultarlo correctamente.

Después de las evoluciones que sus exigencias de modelado dictaron en los últimos años, AGROVOC finalmente encontró en el modelo SKOS-XL su combinación perfecta. El modelo SKOS-XL presenta etiquetas reificadas que pueden enriquecerse con propiedades propias. Como ejemplo, considere el concepto que se muestra en la Figura 2, chickens.<sup>en</sup> inglés. Su etiqueta preferida en japonés, "ニワトリ", se expresa en skos-xl mediante dos triples [10]:

```
aims.fao.org/aos/agrovoc/xl_ja_1299490590533
Y
www.w3.org/TR/skos-reference/skos-
xl.html#literalForm
```

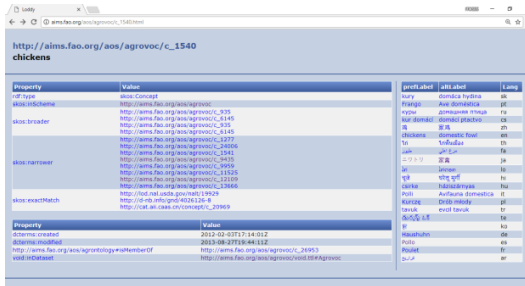
Sin embargo, se debe tener en cuenta que al proporcionar una representación legible por humanos de los datos (Figura 2), se prefiere presentar al visitante la etiqueta real, en lugar de la versión reificada de la misma. Esta es la razón



por la cual, la representación de skos clásica también está disponible:

```
agv:c_12332 skos:prefLabel "\u7389\u7C73"@zh
```

**Fig. 2.** Ilustración del termino Chikens del tesoro AGROVOC.



**Fuente:** [1] [http://aims.fao.org/aos/agrovoc/c\\_1540.html](http://aims.fao.org/aos/agrovoc/c_1540.html).

Más allá de permitir un modelado lingüístico más específico del recurso (permitiendo, por ejemplo, relaciones léxicas entre etiquetas sin la participación de los conceptos adjuntos), SKOS-XL también permite refinar las notas editoriales a nivel de lenguaje al agregar información separada sobre la revisión de los conceptos, así como de cada etiqueta en cada idioma. Por lo tanto, podemos afirmar que el término "ニワトリ", tiene un código, que se origina en las versiones anteriores de RDF de AGROVOC, igual a "12332". Esto se describe en la siguiente expresión:

```
agv:xl_zh_1299486844646 agront:hasCodeAgrovoc "12332"
```

Como un ejemplo adicional, también se puede afirmar que ese término fue creado el 12 de diciembre de 2002:

```
agv:xl_zh_1299486844646 dct:created 2002-12-12T00:00:00Z
```

La Agrontología que se muestra en el ejemplo anterior es un extracto de AGROVOC, que proporciona propiedades específicas del dominio para enriquecer la descripción de los conceptos [2]. La agronomía está enriquecida con descriptores VOAF (vocabulario de un amigo), principalmente para vincularlo a AGROVOC (y a otros conjuntos de datos que lo adopten, como el Glosario de biotecnología de la FAO), y para que se mencione en el conjunto de datos [14].

Actualmente, AGROVOC está siendo sometido a un análisis profundo para hacer explícito el estilo de modelado adoptado en sus diversas áreas temáticas (ver figura 2). Un análisis paralelo de la agrontología está en curso, con el propósito de alcanzar una armonía total entre el modelado de dominio y el vocabulario actualmente utilizado para ello.

AGROVOC se orienta en gran medida hacia el sector de la agricultura (ver figura 2, para una mayor comprensión de la distribución estadística de sus 25 conceptos principales). Otras áreas importantes de AGROVOC incluyen: "sustancias", "entidades", "productos", "ubicaciones", que aparecen en el sitio web oficial de AGROVOC. La lista de conceptos principales, que se puede encontrar en el archivo VoID para el conjunto abierto de datos AGROVOC Linked Open. Igualmente, se está estudiando profundamente sobre la cobertura actual de AGROVOC, con el objetivo de apoyar tanto a usuarios humanos, como a usuarios de máquinas,

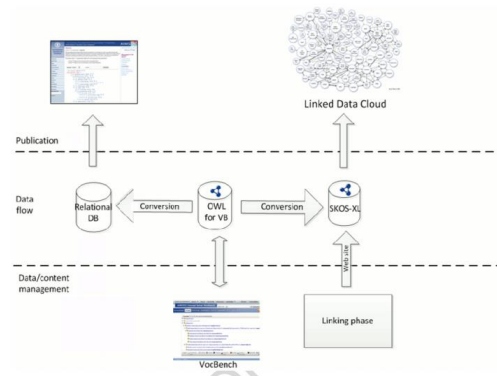
en su búsqueda de información dentro del diccionario de sinónimos y sus enlaces [1].

### 3.2 Flujo de datos de AGROVOC.

La Figura 3, proporciona una vista de alto nivel de todo el proceso de mantenimiento de AGROVOC y su publicación como datos vinculados. La figura 3, enfatiza los tres niveles de mantenimiento de datos (capa inferior), almacenamiento de datos (capa intermedia) y publicación de datos (capa superior) [2].

La base de datos relacional sigue siendo necesaria. Porque, muchas aplicaciones existentes interactúan con este modelo heredado a través de SQL. Tales conversiones son, por lo tanto, necesarias para sincronizar los datos a los que acceden los editores utilizando herramientas heredadas [2]. Esta duplicación de los depósitos de datos y las consiguientes conversiones de datos, obviamente no es ideal y, en principio, debería ser limitada. Por otro lado, AGROVOC ha apoyado a una comunidad mundial de usuarios (personas e instituciones), durante décadas que han desarrollado una serie de aplicaciones dependientes del modelo relacional heredado. Estos pasos de conversión son actualmente inevitables y dan una idea de la complejidad inherente a escenarios históricos de colaboración distribuida [7]. Se necesitan procedimientos elaborados, y el esfuerzo de conversión, los problemas de modelado y las necesidades de información son solo el principio, en comparación con el esfuerzo real dedicado al mantenimiento de contenido y servicios.

**Fig. 3.** Descripción general del proceso para publicar AGROVOC como datos vinculados



**Fuente:** <http://eprints.rclis.org/20648/11/SW106.pdf>

Varios pasos de conversión están presentes en el ciclo de vida de AGROVOC. Se debe Tener en cuenta que este flujo de datos no siempre es monótono. Aunque la herramienta principal es VocBench, las contribuciones a AGROVOC también pueden provenir ocasionalmente de formatos heredados, como hojas de cálculo y archivos SQL. Este contenido actualizado contribuye por separado (a través de diferentes modalidades) y luego se fusiona para producir una nueva copia [4].

Cuando se finaliza una versión de VocBench con contribuciones provenientes de diferentes fuentes y formatos,

se convierte de nuevo a la base de datos relacional para aplicaciones heredadas [4]. Al mismo tiempo, se produce y enriquece una versión SKOS-XL con información, como los descriptores de metadatos del vocabulario, para alimentar con datos actualizados.

### 3.3 Conversión de un vocabulario controlado AGROVOC a un servicio de ontología agrícola.

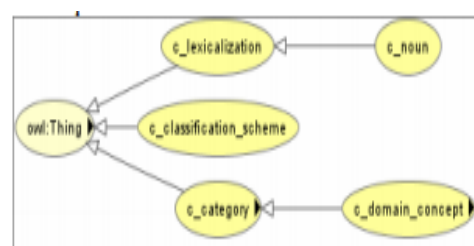
Este apartado, caracteriza la conversión de un vocabulario controlado AGROVOC, a un nuevo sistema. El servidor de concepto de servicio de ontología agrícola (AOS / CS). Este servidor conceptual ofrece un repositorio multilingüe de conceptos en el ámbito agrícola. Asimismo, proporciona relaciones ontológicas y una terminología rica y semánticamente sólida. La FAO recientemente desarrolló el modelo subyacente para este nuevo sistema en el lenguaje de ontología web OWL. En este sentido, se describe el propósito de esta conversión y el uso de OWL y se destaca en particular las características principales del modelo OWL desarrollado [15].

Se despliega un modelo OWL que puede capturar las distinciones conceptuales y léxicas antes mencionadas manteniendo la característica de integridad computacional. Por lo tanto, el diseño de los múltiples niveles de representación léxica presentados en este documento (clases, propiedades y anotaciones), se realiza en la versión de OWL identificada como OWL DL2 [13].

La línea base del nuevo modelo OWL tiene tres conceptos en el nivel superior, como se muestra en la figura 4. Cada entidad de una ontología OWL tiene un URI único. En la figura.1, solo puede ver la última parte de identificación del URI. Como una convención general para nuestro modelo. El URI de cada entidad está constituido por un prefijo: c\_ (para clases); r\_ (para relaciones / propiedades); i\_ (para instancias), seguido por una secuencia numérica o alfanumérica [13].

El concepto c\_domain\_concept es la raíz de todos los conceptos de dominio que constituyen la estructura jerárquica central del AOS Concept Server. Este nodo incluye todas las características estructurales básicas de la ontología del dominio. Es decir, una jerarquía de clases y sus instancias junto con sus relaciones, propiedades, axiomas, restricciones y anotaciones pertinentes para el conocimiento del dominio. Básicamente, todos los términos AGROVOC, o más precisamente, los descriptores AGROVOC, se modelarán bajo este nodo [13].

Fig. 4. Descripción general del proceso para publicar AGROVOC como datos vinculados



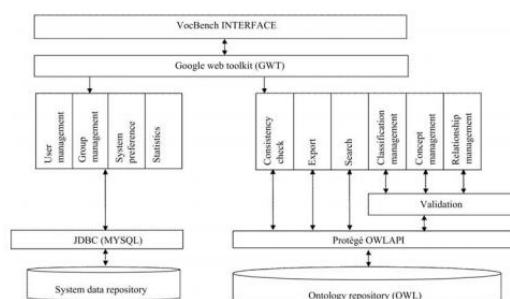
Fuente: <http://eprints.rclis.org/20648/11/SW106.pdf>

La clase c\_domain\_concept se modela como una subclase de c\_category, lo que implica que cada concepto de dominio también es potencialmente una categoría. La clase separada c\_category explica la necesidad de categorías específicas que no son conceptos de dominio. Las categorías se organizan en esquemas de clasificación representados por la clase c\_classification\_scheme [13, 16].

## 4 Aplicaciones y Herramientas para AGROVOC

VocBench (también conocido como: Workbench; AOS / CS Workbench; Servidor de trabajo de concepto AGROVOC; Servidor de ontologías agrícolas o ACSW), es una herramienta de gestión de vocabulario multilingüe basada en la web. Se reetiqueta con el nombre genérico VocBench. Esta herramienta se ha utilizado no solo para transformar AGROVOC, sino también otros tesauros, listas de autoridades y glosarios en esquemas conceptuales SKOS / RDF. Se facilita como una herramienta de colaboración que permite a los expertos agregar o editar terminología multilingüe. Otra característica sobresaliente de VocBench es un flujo de trabajo integrado para las comprobaciones de mantenimiento, validación y consistencia. Proporciona además la administración de usuarios y grupos [17](ver figura 5).

Fig. 5. Arquitectura del sistema de VocBench



Fuente: <http://eprints.rclis.org/21103/1/Paper2.pdf>

La investigación y el mundo académico también suelen hacer uso de AGROVOC en su trabajo. AGROVOC se utiliza para indexar las colecciones de bibliotecas de la mayoría de los centros y numerosas instituciones de investigación

agrícola de todo el mundo. El Mapa de Temas AGROVOC desarrollado en Kyoto, y la integración de AGROVOC en dos indexadores, significa tener un índice centralizado ubicuo que sea fácilmente navegable. Para respaldar el significado de las etiquetas de índice adoptadas y para agregar coherencia a su adopción a través de diferentes usos dentro del mismo y posiblemente a través de diferentes recursos [3].

Los sistemas donde se usa AGROVOC incluyen:

- La red AGRIS / CARIS, un sistema internacional de información para indexación y recuperación desde 1986, coordinado por la FAO (AGRIS/CARIS, 2018);
- Centros de documentación específicos de dominio en todo el mundo;
- Indexadores, bibliotecarios y traductores que trabajan en el sector agroalimentario mundial.

Dentro de la FAO:

- Servicios de gestión de información electrónica (EIMS)
- Buscador de información WAICENT
- El catálogo de la biblioteca de la FAO en línea

AGROVOC coexiste como un sistema de organización del conocimiento junto a muchos otros en el ámbito agrícola. Entre los más importantes de la FAO se encuentran:

- Terminología de la FAO
- Tesauro de ASFA (Ciencias Acuáticas y Pesquerías Abstractas)
- Glosario de Pesca
- One Fish Glossary.

Hay varios otros tesauros en el sector alimentario y agrícola, desarrollados por otras instituciones, como:

- Tesauro de la Biblioteca Nacional Agrícola de los Estados Unidos (NAL),
- Tesauro de Commonwealth Agricultural Bureau Incorporate (CABI),
- Tesauro de Languag que proporciona una jerarquía de fácil acceso con 14 facetas.

Estos tesauros básicamente siguen la misma estructura conceptual. Sin embargo, vemos que, aunque todos estos tesauros usan fundamentalmente el mismo modelo conceptual, la información que contienen puede diferir sustancialmente [3].

## 5 Discusión

Para los avicultores, el desarrollo de AGROVOC es importante (aunque en algunas zonas rurales el acceso a internet todavía no es factible; probablemente esto influye en el uso de la información aplicado a procesos productivos avícolas). Lo significativo es que el compromiso de la FAO sea mutuamente beneficioso y discutido. ¿Por qué llevar a cabo proyectos de vocabularios aplicados? ¿Son sostenibles?

En primer lugar, si el compromiso involucra a investigadores y avicultores que ayudan con las tecnologías y comparten el conocimiento sobre avicultura, entonces el aprendizaje mutuo está ocurriendo. Los avicultores se apropian de las tecnologías existentes, como la Web Semántica.

La experiencia externa apoyaría y mejoraría los esfuerzos de conocimiento. Al trabajar en conjunto, basándose en las tecnologías disponibles. Los diseños de portales web semánticos basados en vocabularios controlados consiguen encajar dentro de las prácticas productivas y culturales. Los términos son mantenidos y ampliados por los mismos avicultores, enriqueciendo aún más el conocimiento.

En segundo lugar, los vocabularios controlados y las innovaciones forman ejemplos interesantes de los que emergen nuevas teorías. Los vocabularios controlados se pueden leer y comprender para conocer sus detalles contextuales y evaluar cómo surgieron y cómo podrían transferirse y mutar a un contexto diferente. Este enfoque fundamentado logra potencialmente generar nuevas aplicaciones, modelos y estrategias productivas, que benefician a los avicultores. El dominio avícola sería estudiado con vocabularios controlados. Los aportes de otras áreas de conocimiento lograrían contribuir desde su accionar productivo y que esta visión alcance a aplicarse de manera útil al sector agrícola en general.

## 6 Conclusión

En consideración de la creciente importancia de la información, la toma de decisiones y el desarrollo continuo de AGROVOC. Provocará varios efectos beneficiosos para los avicultores, al contar con una única terminología que se puede usar para la búsqueda de información precisa, eliminando la necesidad de tediosas búsquedas. En este sentido, el ciclo de desarrollo de AGROVOC, desde la evolución y el mantenimiento, hasta la alineación con otros tesauros y finalmente la publicación como datos vinculados. Es respaldado por una cadena de desarrollo completa, compuesta por usuarios que participan en un flujo de trabajo. En consecuencia, AGROVOC requiere una combinación de expertos de dominio, terminólogos, ontólogos y desarrolladores de software. A su vez, estos roles principalmente el de los usuarios (avicultores) deben ser amparados por una serie de herramientas: editores y gestores de flujo de trabajo como VocBench.

## Referencias Bibliográficas

1. "AIMS," 2018.
2. C. Caracciolo, A. Stellato, A. Morshed, G. Johannsen, S. Rajbhandari, Y. Jaques, and J. Keizer, "The AGROVOC linked dataset.," *Semantic Web*, 2013.
3. M. Sini, S. Rajbhandari, M. Amirhosseini, G. Johannsen, A. Morshed, and J. Keizer, "The AGROVOC concept server workbench system: empowering management of agricultural vocabularies with semantics.," 2010.
4. "AIMS.FAO.ORG."
5. "FAO.ORG," 2018.
6. D. Soergel, B. Lauser, A. Liang, F. Fisseha, J. Keizer, and S. Katz, "Reengineering Thesauri for New Applications: the AGROVOC Example.," 2016.



7. D. Soergel, L. B. A. Liang, J. Keizer, and S. Katz, "Reengineering thesauri for new applications: The AGROVOC example,," 2004.
8. D. Soergel, B. Lauser, A. Liang, F. Fisseha, J. Keizer, and S. Katz, "Reengineering thesauri for new applications: the AGROVOC example.,," *Journal of digital information.*, 2006.
9. A. C. Liang, B. Lauser, M. Sini, J. Keizer, and S. Katz, "From AGROVOC to the agricultural ontology service/-concept server an OWL model for managing ontologies in the agricultural domain,," pp. 373–377, 2006.
10. C. Caracciolo, A. Stellato, S. Rajbahndari, A. Morshed, G. Johannsen, J. Keizer, and Y. Jacques, "Thesaurus maintenance, alignment and publication as linked data,," *International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies*, pp. 65–75, 2012.
11. A. Sánchez and M. A. Sicilia, "Using an AGROVOC-based ontology for the description of learning resources on organic agriculture,," *Metadata and Semantic*, pp. 481–492, 2009.
12. P. Yongyuth, D. Thamvijit, T. Suksangsri, A. Kawtrakul, S. Rajbahndari, M. Sini, and J. Keizer, "The AGROVOC concept server workbench: a collaborative tool for managing multilingual knowledge,," 2008.
13. B. Lauser, A. Liang, J. Keizer, S. Katz, and M. Sini, "From AGROVOC to the Agricultural Ontology Service/Concept Server. An OWL model for creating ontologies in the agricultural domain,," 2006.
14. A. K, C. R, H. M, and Z. J, "World Wide Web Consortium,," Mar. 2011.
15. "Friend of a Friend Ontology."
16. F. Fisseha, K. Hagedorn, and J. Keizer, "Creating the semantic web: the role of an agricultural ontology server,," *AOS*, 2002.
17. S. Rajbahndari and J. Keizer, "The AGROVOC concept scheme—a walkthrough,," *Journal of Integrative*, vol. 11, pp. 694–699, 2012.



# **Aplicación de metodologías ágiles de desarrollo de software para la construcción de una plataforma móvil para el alquiler de servicios de transporte liviano en el Cantón Cañar**

## **Application of agile methodologies of software development for the construction of a mobile platform for the rental of light transportation services in the Canton Cañar**

**Julio Jhovany Santacruz Espinoza<sup>1\*</sup> y Luis Fernando Garzón Abad<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Carrera de Ingeniería de Sistemas,  
Universidad Católica de Cuenca, Extensión Cañar  
\*jsantacruze@ucacue.edu.ec

### **Resumen**

La agilidad se ha convertido en pieza clave para maximizar la productividad en proyectos de desarrollo de software que exigen resultados en cortos plazos de tiempo y con requerimientos susceptibles al cambio o que no se encuentran muy bien definidos. En este documento se realiza un análisis breve de aquellos marcos de trabajo más difundidos, desde la perspectiva de sus principales características, así como de aquellos principios que los orientan. Sobre la base del análisis descrito, por las bondades identificadas, se elige Scrum como guía para orientar las tareas de desarrollo de una herramienta informática basada en plataformas móviles destinada a mejorar los servicios de alquiler de transporte liviano en el cantón Cañar. Finalmente, se evidencia como se logra alcanzar los objetivos del proyecto, a través de la aplicación de los principios de agilidad, del cumplimiento de cada uno de los roles contemplados en la metodología Scrum, así como la elaboración de sus artefactos.

**Palabras clave:** Desarrollo de Software, Aplicaciones Móviles, Metodologías Ágiles, SCRUM.

### **Abstract**

*The agility has become a key element to maximize productivity in software development projects that demand results in short periods of time and with requirements that are susceptible to change or that are not very well defined. In this document, a brief analysis is made of the most widespread frameworks, from the perspective of their main characteristics, as well as those principles that guide them. On the basis of the analysis described, for the kindnesses identified, Scrum is chosen as a guide to guide the development tasks of a computer tool based on mobile platforms aimed at improving light transport rental services in the canton of Cañar. Finally, it is evident how the objectives of the project can be achieved, through the application of the principles of agility, of the fulfillment of each one of the roles contemplated in the Scrum methodology, as well as the elaboration of their artifacts.*

**Key words:** Software Development, Mobile Applications, Agile Methodologies, SCRUM.

## **1 Introducción**

La rápida evolución de las organizaciones actuales y el dinamismo del entorno en que se desenvuelven, han permitido que las exigencias en torno a la automatización de sus procesos sean cada vez más rígidas, lo cual implica, que el tiempo es uno de los factores más críticos, al momento de asumir dichos proyectos.

El software, como principal recurso de gestión de la información empresarial, no puede tardar demasiado en estar disponible para sus usuarios, ni tampoco, se considera pertinente hoy en día, adoptar métodos tradicionales para

desarrollarlo, ya que éstos apuntan mucho a la generación excesiva de documentos de apoyo, lo cual demora el lanzamiento de sus primeras versiones, corriendo el riesgo de quedar relegadas por el alto dinamismo de los procesos actuales, y es ahí, en donde entra en juego la agilidad.

Los métodos ágiles dan soporte a esa necesidad de obtener soluciones de software flexibles al cambio y en el menor tiempo posible, con un alto grado de participación de los usuarios finales, permitiendo en cortos períodos de tiempo dar salida a incrementos progresivos del producto final,

cada uno de los cuales se van convirtiendo en versiones completamente utilizables.

Por otro lado, la amplia difusión que ha experimentado el mercado de los dispositivos móviles y sus aplicaciones ha supuesto un creciente uso en variados contextos de la sociedad, ya sea como herramientas de propósito general o como verdaderas estrategias para impulsar la gestión y difusión de servicios de todo tipo.

Desde esta perspectiva, se asume el reto de construir una herramienta móvil que permita facilitar el acceso a los servicios de transporte liviano en el Cantón Cañar, luego de haber constatado que existen serias barreras de tiempo y comunicación cuando sus usuarios acceden al mismo a través de medios tradicionales; al tiempo que también se pretende brindar a quienes lo ofertan un mecanismo moderno que les permita mejorar sus niveles de ingreso, desde el punto de vista del apoyo que debe brindar la academia al desarrollo de las organizaciones de economía popular y solidaria.

Al consolidar los dos aspectos claves que motivan este documento, se adopta Scrum, por su difusión y valiosas características, como marco de trabajo ágil que oriente el proceso de desarrollo del aplicativo móvil descrito con anterioridad, con la firme intención de dar soporte a un segmento de la sociedad que merece todo el apoyo que se le pueda brindar para su engrandecimiento.

## 2 Marco Teórico

### 2.1 Metodologías ágiles de desarrollo de software

Los métodos tradicionales de desarrollo de software se han basado principalmente en un conjunto de actividades pre definidas que determinan los procesos, herramientas y artefactos relacionados con la ejecución de un proyecto de esta naturaleza, así como también, en la generación de un gran conjunto de documentos de apoyo, que de algún modo, limitan el avance y la objetividad del proyecto en general.

Las metodologías ágiles de desarrollo de software, por otro lado, representan un enfoque moderno para afrontar las tareas de construcción y despliegue de aplicaciones en entornos y organizaciones dinámicas, con necesidades casi inmediatas de contar con soluciones que les permita automatizar sus procesos, minimizando la generación de documentos, con un enfoque muy participativo por parte de sus usuarios finales, permitiendo alcanzar en cortos períodos de tiempo versiones incrementales y funcionales del producto que se desarrolla.

Las metodologías ágiles son una colección de principios de desarrollo de software que valora la adaptabilidad y los pequeños cambios graduales en un esfuerzo por mejorar la calidad del software y proporcionar una mejor capacidad de respuesta a las cambiantes necesidades del negocio [1].

Todas las metodologías ágiles fundamentan sus actividades en un conjunto de principios y valores, globalmente aceptados, y declarados en un manifiesto que recoge estos preceptos, denominado “Manifiesto Ágil”, el que se resume a continuación:

#### 2.1.1 Valores

Los valores son la base desde la cual se toman decisiones, se predomina una cosa por encima de la otra y son el pilar en el cual se fundamentan los doce principios de agilidad. El manifiesto ágil expresa cuatro valores [2]:

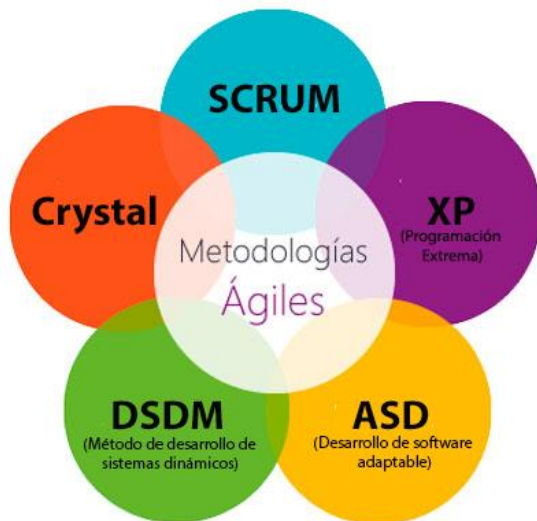
- Valorar a las personas y las interacciones entre ellas por sobre los procesos y las herramientas.
- Valorar el software funcionando por sobre la documentación detallada.
- Valorar la colaboración con el cliente por sobre la negociación de contratos.
- Valorar la respuesta a los cambios por sobre el seguimiento estricto de los planes.

#### 2.1.2 Principios

Los principios son una descripción más precisa de los valores descritos anteriormente. Los principios del manifiesto ágil son doce y se describen a continuación [3]:

- La mayor prioridad es satisfacer al cliente mediante la entrega temprana y continua de software con valor.
- Se acepta que los requisitos cambien, incluso en etapas tardías del desarrollo. Los procesos Ágiles aprovechan el cambio para proporcionar ventaja competitiva al cliente.
- Se entrega software funcional frecuentemente, entre dos semanas y dos meses, con preferencia al periodo de tiempo más corto posible.
- Los responsables de negocio y los desarrolladores trabajan juntos de forma cotidiana durante todo el proyecto.
- Construir proyectos en torno a personas motivadas, generando el ambiente necesario, atendiendo sus necesidades y confiando en que ellos van a poder hacer el trabajo.
- La manera más eficiente y efectiva de compartir la información dentro de un equipo de desarrollo es la conversación cara a cara.
- El software funcionando es la principal métrica de progreso.
- Los procesos ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los promotores, desarrolladores y usuarios deben poder mantener un ritmo constante indefinidamente.
- La atención continua a la excelencia técnica y buenos diseños incrementan la agilidad.
- La simplicidad, o el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado, es esencial.
- Las mejores arquitecturas, requerimientos y diseños emergen de equipos auto-organizados.
- A intervalos regulares, el equipo reflexiona acerca de cómo convertirse en más efectivos, luego mejora y ajusta su comportamiento adecuadamente.

Existen en la industria varios marcos de trabajo que se ajustan a las características de agilidad. En la Fig. 1 se muestran las más difundidas y sobre las cuales se hará un análisis detenido más adelante.

**Fig. 1.** Metodologías ágiles de desarrollo de software más difundidas.

**Fuente:** Criterios de selección de metodologías de desarrollo de software [4]

## 2.2 Scrum

Scrum es una de las metodologías ágiles de desarrollo de software más utilizadas y difundidas en la actualidad. Sus principios están acorde al manifiesto ágil y son utilizados para guiar actividades de desarrollo dentro de un proceso de análisis que incorpora las actividades estructurales de requerimientos, análisis, diseño, evolución y entrega. En cada actividad estructural, las tareas del trabajo ocurren con un patrón del proceso llamado sprint. El trabajo realizado dentro de un sprint se adapta al problema en cuestión, se define y con frecuencia se modifica en tiempo real por parte del equipo Scrum. Scrum recalca el uso de un conjunto de patrones de proceso del software que han demostrado ser eficaces para proyectos con plazos de entrega cortos, requerimientos cambiantes y negocios críticos [5].

## 2.3 Xtreme Programming

La programación extrema (XP) es una metodología de desarrollo ágil, la cual está orientada a la creación de productos de software con requisitos poco claros o cambiantes, en un entorno de equipos pequeños o medianos de desarrolladores.

Los principales objetivos de XP son aumentar la confianza del cliente en el software al proporcionar evidencia real del éxito del proceso de desarrollo y acortar drásticamente el tiempo de construcción del producto. La metodología se centra en minimizar los errores en las primeras etapas de desarrollo, lo que le permite alcanzar la máxima velocidad de lanzamiento del producto terminado y da la oportunidad de hablar sobre la previsibilidad del trabajo. Prácticamente todas las técnicas de XP están destinadas a mejorar la calidad del producto de software [6].

## 2.4 Crystal

Crystal es una colección de enfoques de desarrollo de software ágil, la cual se centra principalmente en las personas y la interacción entre ellos mientras se trabaja en un proyecto de desarrollo de software. También se enfoca en la importancia empresarial y la prioridad comercial del sistema en desarrollo. A diferencia de los métodos de desarrollo tradicionales, Crystal no separa las herramientas y técnicas de desarrollo, sino que mantiene a las personas y los procesos en el centro del proceso. Sin embargo, no son solo las personas o los procesos los que son importantes, sino que la interacción entre los dos es lo más importante [7].

## 2.5 DSDM

El Método de Desarrollo Dinámico de Sistemas (DSDM) es un marco para desarrollar software de forma ágil, el mismo que cuenta con fases, subfases, roles y principios claramente definidos que permiten que los equipos de desarrollo de software trabajen de manera eficiente.

Se convirtió en un marco popular para los desarrolladores de software en la década de 1990 y tiene muchas similitudes con otros métodos ágiles como Scrum y XP. Esta es también la razón por la que no ha sido una asignatura de estudio muy activa recientemente, ya que la mayoría de los investigadores y empresas prefieren trabajar con Scrum. El marco DSDM tiene tres fases principales: pre-proyecto, ciclo de vida del proyecto y post-proyecto [8].

## 2.6 ASD

El desarrollo de software adaptable (ASD) es otra de las varias metodologías de desarrollo de software, la cual se centra principalmente en los problemas en el desarrollo de sistemas complejos y grandes. El método alienta fuertemente el desarrollo incremental, iterativo, con el prototipo constante. Fundamentalmente ASD trata de "equilibrar en el borde del caos", su objetivo es proporcionar un marco con suficiente orientación para evitar que los proyectos caigan en el caos, pero no demasiado, lo que podría suprimir la aparición y la creatividad [9].

## 2.7 Características de las metodologías ágiles

En la Tabla 1 se describe algunas de las características de las diferentes metodologías ágiles descritas anteriormente.

**Tabla 1.** Características de las metodologías ágiles

Parámetros	Scrum	XP	Crystal	DSDM	ASD
Tipo de proceso	Varios lanzamientos	Varios lanzamientos / iterativos	Pasos incrementales	No especificado	Pasos incrementales
Período de proceso	2 a 4 semanas plazo / lanzamiento	1 a 6 semanas plazo / iteración	No especificado	No especificado	4 a 5 semanas plazo / incremento
Enfoque	Auto organización de los miembros del equipo y priorizar el requerimiento	Comunicación, simplicidad y retroalimentación	Las personas tienen la mayor influencia en la calidad del software	Mayor probabilidad de aceptación de cambios	Aborda cuestiones sociales, culturales y habilidades del equipo
Velocidad de desarrollo	Rápido	Muy rápido	Rápido	Muy rápido	Rápido
Tipo de proyectos	Términos cortos	Pequeños, largos y complejos. Términos cortos y largos	No especificado	Pequeños y medianos	Largos y complejos
Características especiales	15 minutos de reunión diaria	Es adecuado para un pequeño equipo de 5 a 15 miembros. Programación en pares.	Permite a un equipo ágil seleccionar el método más adecuado	Desarrollo dinámico, involucra la creación de prototipos	Colaboración humana, organización del equipo
Características adicionales	Flexible, adaptable y empírico	Flexible, diseño simple, planificación en juego.	Rápido y colaborativo	Flexible, rápido y colaborativo	Rápido e iterativo

2.8 Ventajas y desventajas de las metodologías ágiles

En la Tabla 2 se resumen las diferentes ventajas y desventajas de las metodologías ágiles descritas anteriormente.

**Tabla 2.** Ventajas y desventajas de las metodologías ágiles.

Metodología	Ventajas	Desventajas
Scrum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se observa un alto nivel de comunicación en los equipos de Scrum y aumenta el enfoque en la resolución de problemas, la mejora del producto y la mejora del equipo a través de la retroalimentación.</li> <li>Ofrece certificación. Por lo tanto, es fácil para la organización saber quiénes son expertos y contratar personas que están 'certificadas'.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mala documentación.</li> <li>La falta de control sobre el proyecto por parte de los propietarios del producto.</li> <li>Los requisitos cambiantes permiten a los clientes tener la tentación de seguir exigiendo más y más funcionalidades.</li> </ul>
XP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los usuarios finales (clientes) participan activamente en el proceso de desarrollo de software. Por lo tanto, el producto está muy cerca de lo que quiere el cliente.</li> <li>La retroalimentación se valora mucho y se realiza constantemente durante todo el proceso.</li> <li>Las mejores prácticas están bien definidas y se siguen rigurosamente dentro de los equipos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se le da menos énfasis a la documentación.</li> <li>Un representante del cliente debe estar constantemente disponible para consultas y comentarios.</li> </ul>
Crystal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los componentes más importantes del software se entregan primero.</li> <li>Los equipos de desarrollo interactúan constantemente, lo que hace que sus ideas sean más elaboradas.</li> <li>Este método es muy escalable, se puede usar con diferentes tamaños de proyectos y tamaños de equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las fases de planificación y desarrollo no dependen de los requisitos.</li> </ul>
DSDM	<ul style="list-style-type: none"> <li>El ciclo de vida del proyecto está bajo estricto control.</li> <li>El enfoque prioritario de requisitos es útil para brindar las funcionalidades más importantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La documentación es compleja y consume mucho tiempo.</li> </ul>
ASD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especialmente diseñado para ser implementado en proyectos grandes y complejos.</li> <li>Cuenta con aspectos claves como: colaboración y autoorganización del equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No proporciona pautas para proyectos de desarrollo individuales; no aborda aspectos técnicos; débil en las métricas</li> </ul>

3 Metodología

Para el desarrollo del actual proyecto, se ha escogido como metodología al marco de trabajo Scrum, ya que

este nos ofrece varias características importantes que lo hacen especial. Entre las características más importantes tenemos la transparencia. La transparencia juega un papel indispensable dentro de scrum. Debido a la transparencia, todas las partes interesadas están informadas de dónde se encuentra el proyecto, ayuda a descubrir las debilidades y hace posible el trabajo en equipo efectivo, lo que hace que Scrum sea tan eficiente.

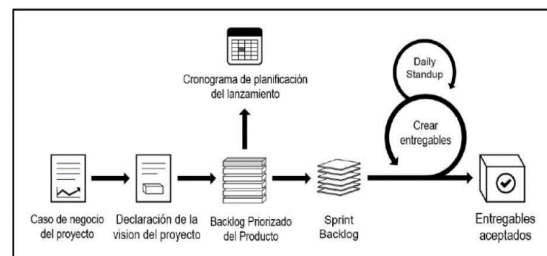
Otra característica de Scrum es que se desarrolla lo que se necesita. Scrum permite el desarrollo incremental de características. Con el tiempo, el cliente recibe las primeras versiones que funcionan, ve el progreso y, si es necesario, puede agregar algunas ideas nuevas.

Además Scrum ofrece calidad en su construcción, ya que las pruebas son un componente integrador de esta metodología en cada sprint. Solo si el software es probado y documentado, está listo. Los métodos de integración continua son muy adecuados para garantizar la calidad de todos los objetos desde el principio.

Adicionalmente Scrum no teme los cambios. Por el contrario, los cambios pueden mostrarse al propietario del producto en cualquier momento y se pueden realizar en el siguiente sprint. De esa forma, el cliente obtiene el producto que desea.

Scrum sigue un proceso bien definido. En la Fig.2, se muestra el flujo de trabajo de esta metodología, y es la que se siguió para la realización del proyecto. [10]

**Fig. 2.** Flujo de trabajo de Scrum.



Fuente: Una guía para el cuerpo de conocimiento de Scrum [10]

3.1 Determinación de los roles de scrum

El marco de trabajo scrum cuenta con roles bien definidos y de suma importancia para garantizar su implementación exitosa. En la Tabla 3 se describen los roles y responsabilidades de cada persona involucrada en el proyecto.



**Tabla 3.** Roles de Scrum

Persona	Rol	Descripción
Sr. Eduardo Garzón	Product owner	Persona responsable de lograr el máximo valor comercial para el proyecto. Él también es responsable de articular los requisitos del cliente y mantener la justificación comercial para el proyecto. Representa la voz del cliente.
Ing. Jhovany Santacruz	Scrum master	Asegura que el equipo de Scrum cuente con un entorno propicio para completar el proyecto con éxito. Además facilita y enseña prácticas de Scrum a todos los involucrados en el proyecto, despeja los impedimentos para el equipo y asegura que se sigan los procesos de Scrum.
Est. Luis Garzón.	Scrum team	Persona o equipo de personas responsable de comprender los requisitos especificados por el product owner y crear los entregables del proyecto.

**Fuente:** Scrum y extreme programming para programadores [11].

### 3.2 Visión del proyecto

El propósito del actual proyecto fue desarrollar un prototipo de herramienta informática para el alquiler de servicios de transporte liviano en el cantón Cañar, la cual fue construida bajo la plataforma móvil Android.

Con la ayuda del product owner, el cual es miembro activo de una de las cooperativas de transporte liviano del cantón Cañar, se levantó varios requerimientos que debían ser contemplados en el desarrollo del proyecto tales como: localización del vehículo más cercano, acceso a información exacta del conductor y vehículo solicitado, localización en tiempo real de la proximidad de llegada del vehículo, calificar la calidad del servicio obtenido, tarifa de la carrera, datos exactos del cliente solicitante, tiempo de llegada.

### 3.3 Generación del product backlog

Antes de la definición de la lista del producto, se ha establecido una escala cualitativa para determinar la prioridad de cada uno de los requerimientos, tal como se puede apreciar en la Tabla 4:

**Tabla 4.** Escala de prioridad de los requerimientos

Prioridad	Descripción
Muy alta	Requerimientos que deberían ser implementados de manera inmediata.
Alta	Requerimientos que se podría postergar durante un corto tiempo su implementación.
Baja	Requerimientos complementarios que no inciden directamente en el funcionamiento principal de la aplicación, cuya implementación podría postergarse para las etapas finales del proyecto.

**Fuente:** Autor del proyecto.

De acuerdo con la escala definida, se establece la siguiente lista de requerimientos ordenado jerárquicamente.

**Tabla 5.** Product backlog

Id	Descripción	Prioridad	Estimación
1	Como un cliente, necesito identificarme en la aplicación, para poder acceder a los servicios.	Muy alta	4
2	Como un conductor, necesito identificarme en la aplicación para poder acceder a los servicios	Muy alta	4
3	Como un cliente, necesito buscar unidades disponibles para rentar el servicio de transporte liviano.	Muy alta	10
4	Como un conductor, necesito visualizar las solicitudes pendientes, para aceptar o rechazar el requerimiento del servicio	Muy alta	8
5	Como un conductor, necesito enviar una respuesta a la solicitud, para indicar si fue aceptada o rechazada.	Muy alta	6
6	Como un cliente, necesito ser notificado de la respuesta a la solicitud, para saber si fue aceptada o rechazada.	Alta	5
7	Como un cliente, necesito localizar en tiempo real la ubicación de la unidad de transporte solicitada, para saber la proximidad de su llegada.	Alta	5
8	Como un conductor, necesito enviar una notificación de mi arribo, para que el cliente lo sepa.	Alta	3
9	Como un conductor, necesito indicar que el servicio está en ejecución, para poder dar seguimiento en tiempo real.	Alta	4
10	Como conductor, necesito indicar que el servicio ha finalizado, para que se cierre la transacción.	Alta	3
11	Como un cliente, necesito calificar la calidad del servicio recibido, para retroalimentar el mismo.	Baja	2
12	Como cliente, necesito enviar alertas de seguridad silenciosas para notificar irregularidades en el servicio.	Baja	2

**Fuente:** Autor del proyecto.

### 3.4 Registro de historias de usuario

Las historias de usuario, si bien es cierto, no son un artefacto formalmente definido dentro de scrum, representan una buena práctica adoptada en ingeniería de software para detallar los requerimientos que se incluyen en la lista de producto. Siguiendo los principios de agilidad, se recomienda reducir al mínimo necesario la cantidad de elementos que se toman en cuenta dentro de cada narración, considerando tan solo aquellos que sean indispensables para comunicar entre los miembros del equipo scrum los objetivos que se deben alcanzar con cada actividad a desarrollarse en el proyecto.

A continuación se incluye la propuesta de formato para redactar historias de usuario en el desarrollo de este artículo.

**Tabla 6.** Formato para historias de usuario

<b>Id</b>	3
<b>Nombre</b>	Solicitar servicio de alquiler de vehículos.
<b>Importancia</b>	Muy alta
<b>Estimación inicial</b>	10
<b>Como probarlo</b>	El cliente identifica mediante la aplicación los vehículos activos que se encuentran cerca de su ubicación actual. Los vehículos deberán estar identificados según el servicio que presta (Taxi o Camioneta). El cliente envía la solicitud de servicio al vehículo que más le convenga en función del tipo y ubicación. La aplicación deberá mostrar al cliente el estado de la solicitud que incluya la identificación del vehículo y su conductor
<b>Notas</b>	Para ejecutar esta historia de usuario el cliente previamente deberá haberse identificado en la aplicación.

**Fuente:** Autor del proyecto.

### 3.5 Planificación de los sprints

Siguiendo los principios de Scrum, se definieron tres sprints con una duración promedio de 18 días cada una, además también se contempló el sprint 0, el cual es importante para tener una perspectiva general del proyecto y definir la visión y requerimientos del negocio. En la Fig. 3, se puede



apreciar las fechas e historias de usuario que se realizó en cada sprint.

Fig. 3. Sprint Planning

Sprint 0 Desde 02/01/2018 hasta 19/01/2018	Sprint 1 Desde 22/01/2018 hasta 15/02/2018	Sprint 2 Desde 16/02/2018 hasta 13/03/2018	Sprint 3 Desde 14/03/2018 hasta 09/04/2018
Levantamiento de requerimientos.	Identificarse en la aplicación del cliente.	Identificarse en la aplicación del conductor.	Localizar ubicación del transporte solicitado.
Generación del product backlog.	Solicitar servicio de alquiler de vehículos.	Visualizar solicitudes pendientes.	Enviar notificación de llegada a ubicación del cliente.
Registro de historias de usuario.	Recibir respuesta a la solicitud de transporte.	Enviar respuesta a la solicitud.	Indicar que el servicio está en ejecución.
Planificación de los Sprints.			Indicar que el servicio ha finalizado.
			Calificar la calidad de servicio recibido.
			Enviar alertas de seguridad silenciosas

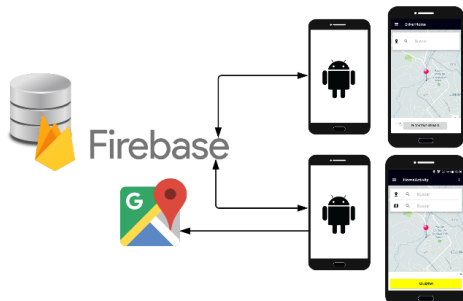
Fuente: Autor del proyecto

En concordancia con los principios de agilidad y recomendaciones establecidas en el marco de trabajo de Scrum, se desarrolló de manera incremental el aplicativo móvil para gestionar los servicios de alquiler de transporte liviano en el Cantón Cañar.

### 3.6 Arquitectura de la aplicación

La aplicación fue desarrollada utilizando el IDE Android Studio 3.0, basado en el patrón MVC, se trata de una App nativa para la plataforma Android, con una arquitectura distribuida, tal como se puede apreciar en la Fig.4:

Fig. 4. Arquitectura de la aplicación



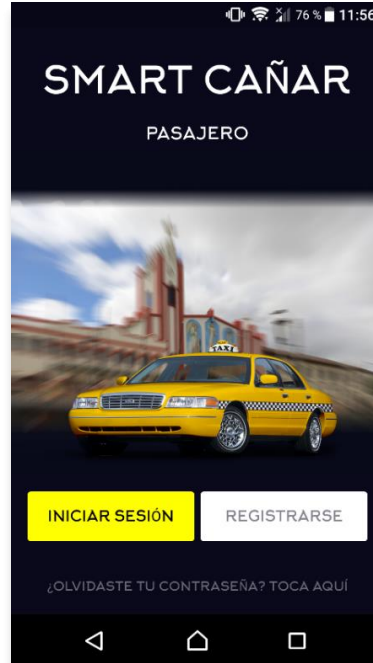
Fuente: Autor del proyecto

### 3.7 Aplicación móvil para clientes

Representa la herramienta que estará disponible para los clientes del servicio e incluye las siguientes funciones:

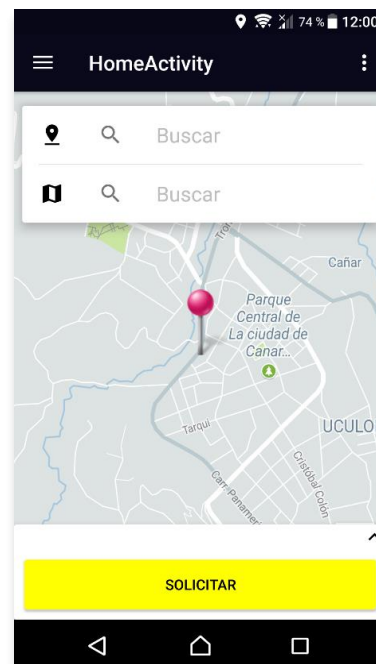
registro, autenticación, requerimiento de servicio, llamadas, seguimiento de la ruta y calificación.

Fig. 5. Autenticación del pasajero



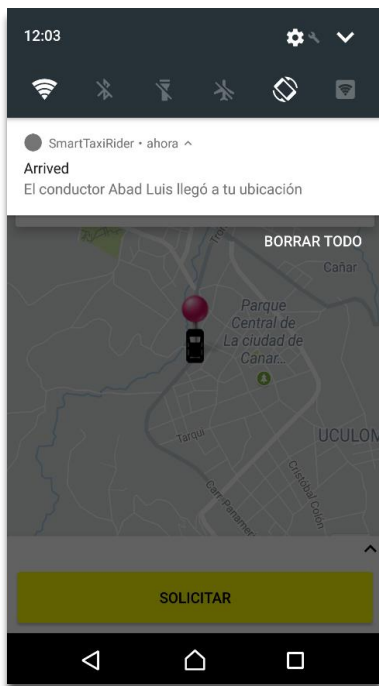
Fuente: Autor del proyecto

Fig. 6. Pantalla principal de la aplicación del cliente



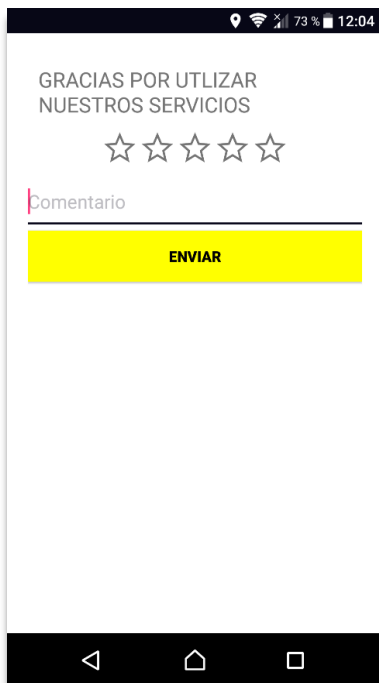
Fuente: Autor del proyecto

**Fig. 7.** Notificación de arribo del conductor



Fuente: Autor del proyecto

**Fig. 8.** Pantalla de calificación



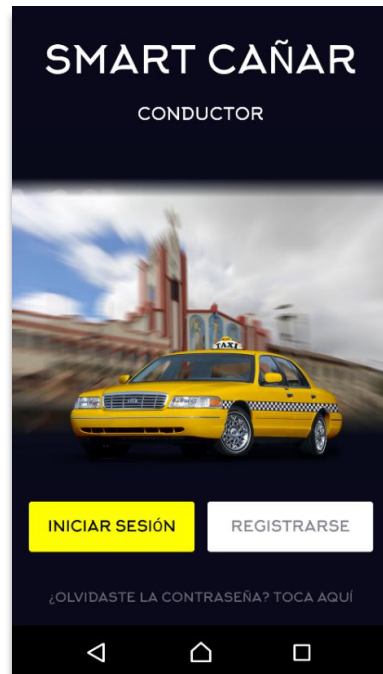
Fuente: Autor del proyecto

### 3.8 Aplicación Móvil para Conductores

Representa la herramienta que estará disponible para los conductores de los vehículos que ofertan el servicio e

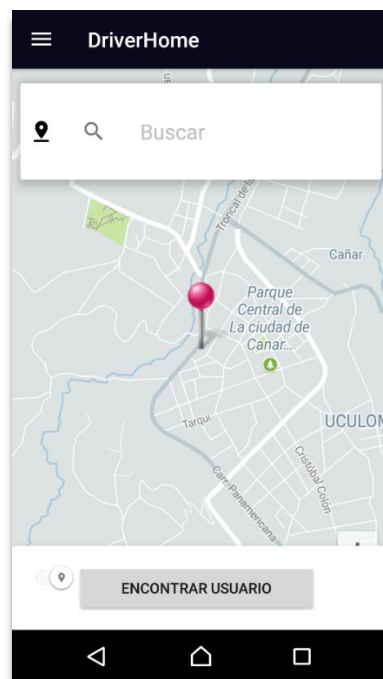
incluye las siguientes funciones: autenticación, control de disponibilidad, aceptación o rechazo del servicio, inicio y finalización del viaje, propuesta de cobro.

**Fig. 9.** Autenticación del conductor



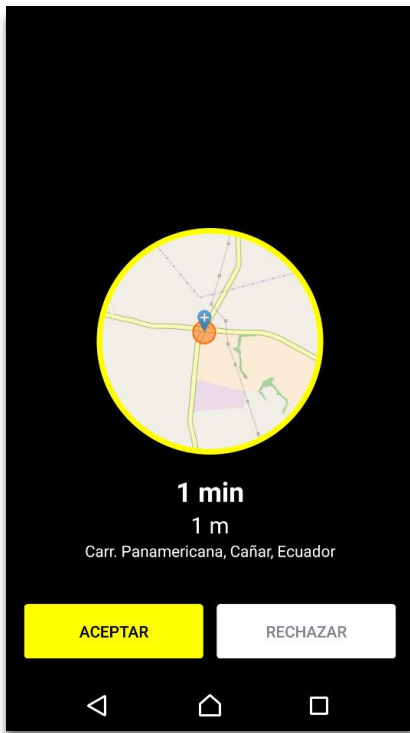
Fuente: Autor del proyecto

**Fig. 10.** Pantalla principal del conductor



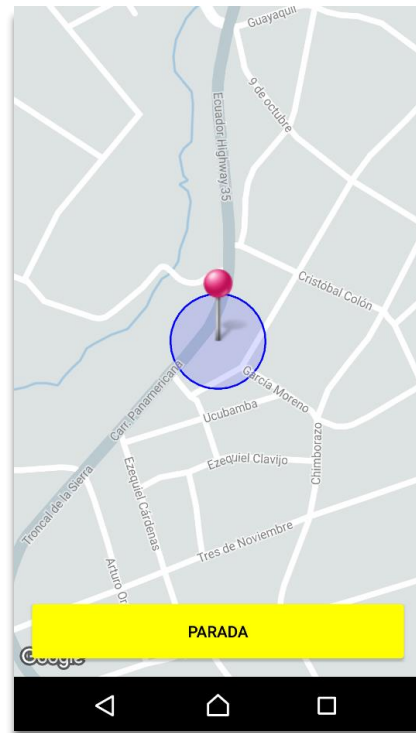
Fuente: Autor del proyecto

**Fig. 11.** Aceptación o rechazo del servicio



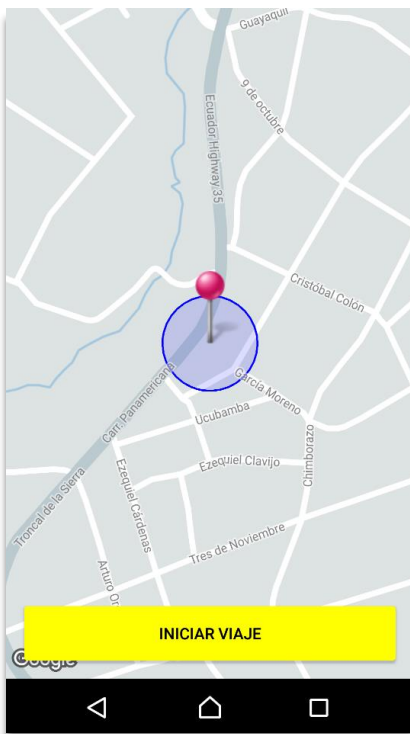
Fuente: Autor del proyecto

**Fig. 13.** Finalización del viaje



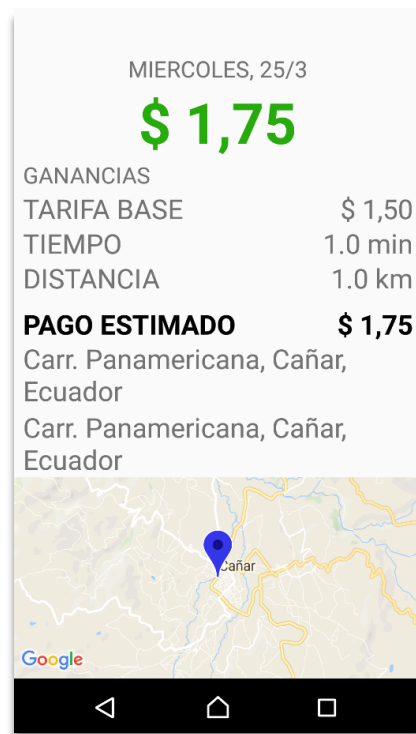
Fuente: Autor del proyecto

**Fig. 12.** Inicio del viaje



Fuente: Autor del proyecto

**Fig. 14.** Propuesta de cobro



Fuente: Autor del proyecto

### 3.9 Reflexión sobre los resultados obtenidos

Las funcionalidades descritas han sido identificadas a través de la definición de cada uno de los sprints, así como la planificación temporal y de recursos para implementarlas. Aquí se evidencia los beneficios de Scrum ya que nos permite gestionar la complejidad sin necesidad de elaborar gran cantidad de documentos como sucede con otras metodologías no ágiles.

Otro beneficio importante que se ha obtenido gracias a la aplicación de Scrum, es la posibilidad de delegar tareas específicas al equipo de desarrollo sin la necesidad de que se involucren con demasiados individuos representantes del grupo de interesados del proyecto, que para este caso es bastante amplio, dada la gran cantidad de usuarios y proveedores del servicio de transporte liviano. Esto se ha logrado mediante la definición de los roles de Scrum Master y Product Owner, el primero vigilando el cumplimiento de los principios de agilidad, actuando como intermediario entre el equipo de desarrollo y los requerimientos, y el segundo representado por una persona con amplia experiencia en los servicios de transporte liviano, conocedor de sus necesidades más relevantes, a partir de las cuales se ha podido elaborar el diseño general de la herramienta.

Se puede observar también una relación directa entre cada una de las funcionalidades de la aplicación y los sprints que lo representan. Esta división permite gestionar los tiempos necesarios y la asignación de tareas para llevarlas a cabo, cuyos resultados se traducen en versiones utilizables del producto, evitando así el prototipado, muchas veces innecesario y consumidor de demasiados recursos.

## 4 Conclusiones

Las metodologías ágiles de desarrollo de software se han difundido de manera progresiva en esta industria, logrando gran éxito entre la comunidad de desarrolladores, en vista de la aceptación general de un conjunto de principios de agilidad que prioriza la rápida entrega de aplicaciones funcionales, sobre la excesiva documentación, que suponen la aplicación de métodos tradicionales.

El marco de trabajo Scrum, se destaca entre los enfoques ágiles de desarrollo de software, por asumir con coherencia cada uno de los principios declarados para esta disciplina, dando como resultado un conjunto de eventos, roles y artefactos muy bien logrados, que facilita la organización de las actividades de desarrollo, la distribución equitativa de responsabilidades, la adopción de una filosofía que da especial relevancia al cliente como parte activa del proceso, y sobre todo, la entrega incremental de software funcional a sus usuarios, que tempranamente ven como se van resolviendo cada una de sus necesidades.

Scrum se adapta con perfección a procesos de desarrollo de software de diferente naturaleza, entre ellas, obviamente, al desarrollo de aplicativos para dispositivos móviles, permitiendo gestionar de manera efectiva los procesos y recursos inherentes, sin que la complejidad y el tamaño afecten a este objetivo.

La amplia difusión que han experimentado los dispositivos inteligentes, sus sistemas operativos y las aplicaciones construidas para estas plataformas, han permitido que se conviertan en pieza clave para la difusión de información y de servicios, dando paso a la aparición de nuevos, y cada vez más dinámicos, modelos de negocio. Es por ello que las organizaciones y el mercado actual, consideran a las apps como parte activa de sus estrategias de crecimiento, dejando a la vista la necesidad imperiosa de generar, desde la academia, nuevas iniciativas y procesos investigativos que permitan desarrollar y aprovechar estos excelentes recursos que nos brinda hoy la tecnología.

### Referencias Bibliográficas

1. H. Aggarwal and K. Sharma, "Agile Methodology in Theory and Practice an Indian Perspective," *IJCERT*, vol. 3, pp. 476–481, 2016.
2. D. M. Alaimo, *Proyectos ágiles con Scrum : flexibilidad, aprendizaje, innovación y colaboración en contextos complejos*. Buenos Aires: Kleer, 2013.
3. L. Apke, *Understanding the Agile Manifesto*. Lulu, 2015.
4. A. Navarro Cadavid, J. Fernández Martínez, and J. Morales Vélez, "Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software," *PROSPECTIVA*, vol. 11, pp. 30–39, 2013.
5. D. Green, *Scrum: Novice to Ninja*. Melbourne: SitePoint Pty. Ltd, 2016.
6. V. Manhães Teles, *Extreme Programming: Aprenda como encantar seus usuários desenvolvendo software com agilidade e alta qualidade*. São Paulo: Novatec, 2017.
7. Management Association, *Software Design and Development: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. Hershey: IGI Global, 2013.
8. A. Moran, *Managing Agile: Strategy, Implementation, Organisation and People*. Switzerland: Springer, 2015.
9. R. Highsmith, *Adaptive Software Development: A Collaborative Approach to Managing Complex Systems*. New York: Addison-Wesley, 2013.
10. SCRUMstudy, *Una guía para el Cuerpo de Conocimiento de Scrum*. Arizona: SCRUMstudy, 2016.
11. D. Maximini, *The Scrum Culture: Introducing Agile Methods in Organizations*. Leinfelden-Echterdingen: Springer, 2018.



## Software para la gestión de actividades del modelo M-FREE

## Software for the management of activities of the model M-FREE

Silvia Eulalia Vintimilla Jara<sup>1\*</sup> y Fausto Giovanni Estévez Abad<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Unidad Académica de Tecnologías de la Información y la Comunicación, Universidad Católica de Cuenca

<sup>2</sup> Unidad Académica de Educación, Artes y Humanidades, Universidad Católica de Cuenca

\*svintimillaj@ucacue.edu.ec

### Resumen

El objetivo de este trabajo es proporcionar a los docentes una herramienta informática de planificación y control de ejecución de las actividades programadas en la propuesta curricular generada a través del modelo de intermediación M-FREE. El trabajo consiste en el prototipo de un software que le permitirá al docente registrar la planificación de la propuesta curricular para cada estudiante, así como la correlación del software sugerido para el logro de las competencias, convirtiéndose en una herramienta de gestión del proceso docente. Además, el programa asistirá a cada estudiante en la adquisición de nuevas competencias, a través de una interface amigable y acceso directo al software de apoyo existente en la web, conforme a lo planificado por el docente. La metodología empleada para el desarrollo del software consiste en el análisis de los pasos del modelo M-FREE para luego traducirlos a un esquema lógico y sistémico que reproduce el proceso lógico del modelo y sobre esta base se desarrollan las etapas del modelo cascada hasta obtener la arquitectura del software propuesto. El resultado obtenido es el prototipo de un software que automatiza los pasos de aplicación del modelo de intermediación M-FREE.

**Palabras clave:** desarrollo de software, modelos, M-FREE.

### Abstract

*The objective of this work is to provide teachers a computer tool for planning and monitoring of implementation of the activities planned in the curriculum proposal generated through intermediation M-FREE model. The work consists of the prototype of a software that will allow teachers to register the planning of the proposed curriculum for each student, as well as the correlation of the software suggested for the achievement of competencies, becoming a tool management of the teaching process. In addition, the program will assist each student in the acquisition of new skills, through a friendly interface and direct access to the support software on the website, in accordance with what was planned by the teacher. The methodology used for the development of the software consists in the analysis of the steps of the model M-FREE then translate them into a logical and systemic scheme depicting the logical process of the model and the stages of the waterfall model are developed on this basis until the proposed software architecture. The result obtained is the prototype of a software that automates the steps of application of the model of intermediation M-FREE.*

**Key words:** software development, models, M-FREE.

### 1 Introducción

En el Ecuador, los currículos de la Educación General Básica (EGB) y el Bachillerato General Unificado (BGU) (de Educación, 2016) que se implementan mediante Acuerdo Nro. MINEDUC-ME-2016-00020-A del 17 de febrero de 2016, tienen como prioridad el uso habitual de las tecnologías de la información y de la comunicación como instrumento facilitador para el desarrollo del currículo en cada una de las áreas. Para el efecto, de acuerdo a un análisis pedagógico y curricular, este proceso puede impulsarse desde los primeros años escolares y fortalecerse en la Básica Superior y Bachillerato, con la finalidad de que los estudiantes desarrollen destrezas suficientes que le faciliten el uso de los programas básicos de ofimática, como herramientas tecnológicas y didácticas, para su aprendizaje, además de fomentar el conocimiento en las Ciencias de

la Computación. Con esta finalidad, dependiendo de la disponibilidad de cada una de las instituciones, los docentes de todas las áreas tanto del nivel de Básica como del Bachillerato, deberán planificar y desarrollar sus clases de las diferentes asignaturas utilizando los laboratorios de informática, para lo cual es necesario organizar un horario de uso de laboratorios, garantizando su máxima capacidad durante la jornada escolar. Además, de sus horas pedagógicas, el docente de informática deberá programar capacitaciones para los docentes de las demás especialidades que garanticen su actualización digital.

La tecnología en estos días se ha convertido en algo indispensable para todos, generando un impacto en todos los ámbitos de la sociedad. Uno de estos es la educación, la misma que ha sufrido una gran transformación en todos sus procesos.



“La UNESCO comparte los conocimientos respecto a las diversas formas en que la tecnología puede facilitar el acceso universal a la educación, reducir las diferencias en el aprendizaje, apoyar el desarrollo de los docentes, mejorar la calidad y la pertinencia del aprendizaje, reforzar la integración y perfeccionar la gestión y administración de la educación.” [1].

En este contexto, las TIC en la educación pueden ser utilizadas para favorecer tanto a los procesos de enseñanza, aprendizaje y gestión, a través del planteamiento de soluciones creativas para su aplicación en el quehacer educativo.

En la educación especial se ha visto la necesidad de potenciar el acercamiento a las TIC tanto de estudiantes como de docentes con la finalidad de aprovechar todos los recursos tecnológicos disponibles en función de disponer de medios alternativos atractivos y motivadores.

Actualmente en Internet se pueden encontrar diversas aplicaciones informáticas educativas de calidad, que son un buen material para la educación. En [wikinclusion.org](http://wikinclusion.org) se dispone de una base de conocimiento de diferentes programas educativos clasificados por áreas y por las competencias que se logran desarrollar con su utilización.

Como se manifiesta “Desde la perspectiva de muchos docentes, los avances en TIC pueden provocar cierta dificultad (y/o resistencia) para compatibilizar el trabajo diario en el aula con el tiempo extra que se necesita para reorganizar constantemente los recursos didácticos y planificar las tareas según las nuevas posibilidades. Podemos afirmar que, para ellos + TIC =>+ presión profesional.” [2].

Por lo expuesto anteriormente, el uso de las TIC en la educación puede exigir un mayor esfuerzo para los docentes en la preparación y gestión de sus actividades.

El objetivo del presente trabajo es proporcionar a los docentes una herramienta informática de planificación y control de la ejecución de las actividades programadas en la propuesta curricular generada para alumnos que presentan dificultades de aprendizaje, ya sea que tengan o no algún nivel de discapacidad, y a la vez facilitar al estudiante el acceso al software de apoyo existente en la web. Con esta finalidad se ha desarrollado el prototipo de un software que gestiona las actividades descritas en la propuesta curricular generada a través de la aplicación del modelo de intermediación M-FREE.

## 2 Materiales y Métodos

El modelo de intermediación M-FREE, o modelo de los 5 pasos, en el que se basa el software propuesto, puede ser aplicado tanto en la educación especial como en la tradicional. Éste no se centra en las deficiencias del alumnado (paradigma de la minusvalía) sino en determinar cuáles son sus necesidades específicas y qué estrategias y apoyos tecnológicos pueden ayudarle a conseguir los diferentes objetivos de las áreas establecidas en el currículo escolar. [3].

El desarrollo de este trabajo se realizó en las siguientes fases:

### Fase 1: Análisis del Modelo de intermediación M-FREE

Una de las claves para para introducir a las TIC en los procesos educativos es el uso de modelos de intermediación.

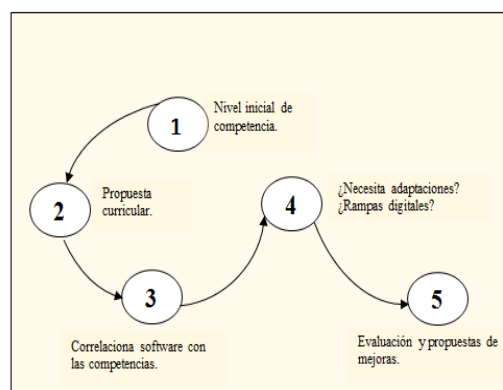
Un modelo de intermediación ofrece orientaciones de sobre cómo organizar las competencias, el software, las rampas digitales o la organización de los grupos cooperativos en la clase para que las interacciones que se produzcan sean eficaces. [4].

El modelo de intermediación M-FREE desarrollado por la Fundación FREE – Creática, es una propuesta metodológica que integra las estrategias didácticas, los programas informáticos y las nuevas tecnologías en el proceso enseñanza-aprendizaje que intenta mejorar en los alumnos las capacidades que presentan mayores dificultades. [5].

El modelo M-FREE destaca el camino para que el alumnado con algún tipo de discapacidad, deficiencia o trastorno se beneficie de una programación didáctica, diseñada por un profesor especialista, donde se integran las TIC de forma eficiente. [6].

El Software de gestión de actividades del modelo M-FREE, utiliza en su primer prototipo los pasos del modelo de intermediación M-FREE, por ser un modelo secuencial y sencillo para automatizarlo en la aplicación informática, los pasos del modelo descrito denominado de las “5 fases”, se pueden apreciar en la Fig. 1.

Fig. 1. Fases de modelo de intermediación M-FREE. [3]



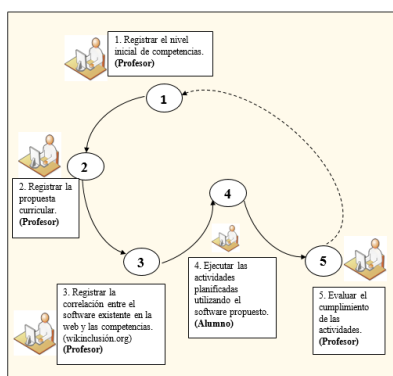
En el Paso 1º Capacidades Iniciales nos detendremos para averiguar lo que el alumno es capaz de hacer. Esta evaluación inicial no debe conformarse sólo con determinar las necesidades específicas y los déficits, sino que debe indicar – Paso 2º - la mejor forma de superarlas (Propuesta Curricular). En el Paso 3º buscaremos correlacionar los objetivos de la Propuesta Curricular del alumno con los recursos informáticos disponibles... En el Paso 4º observaremos si el alumno necesita alguna adaptación o rampa digital. El concepto de adaptación tiene un carácter amplio.

Es necesario realizarlas para compensar las restricciones a las que el alumno está sometido como consecuencia de sus necesidades especiales. Para llevarlas a cabo contaremos con personal especialmente preparado que diseñe si fuera necesario, un plan para: modificar los espacios físicos y eliminar las barreras ... En el paso 5º: Evaluación y propuestas de mejora, nos interesa saber si las acciones realizadas en las fases anteriores han sido las adecuadas para elaborar propuestas que continúen al proceso. [3].

### Fase 2. Determinación de la lógica del modelo M-FREE

La lógica del modelo de intermediación M-FREE se utiliza como base para el diseño del sistema propuesto; en la Fig. 2 se representa el diagrama lógico de la aplicación del modelo.

Fig. 2. Diagrama lógico del sistema propuesto.



A continuación, se describe el flujo de actividades para la aplicación del modelo en el caso de un alumno:

- 1) El profesor evalúa el nivel inicial de competencias de un alumno determinado.
- 2) El profesor elabora la propuesta curricular para el estudiante en un período de tiempo, es decir el nivel de competencia que desea alcanzar.
- 3) El profesor determina la correlación entre el software existente en la web y las competencias de logro. Para esta tarea [wikinclusion.org](http://wikinclusion.org) es un sitio web de muchísima utilidad.
- 4) El profesor determina si el alumno necesita alguna adaptación o rampa digital para hacer uso del software de apoyo. El alumno realizará las actividades programadas para él.
- 5) El profesor evalúa el cumplimiento de las actividades del alumno. En base a su apreciación puede realizar nuevamente una nueva planificación desde el paso 1.

En el proceso descrito anteriormente, el profesor lleva en forma física la planificación y control de las actividades del modelo.

### Fase 3. Análisis de la base de conocimiento de Wikinclusion.org

Wikinclusion es una base de conocimiento que ofrece software y vídeos para facilitar la comunicación y el co-

nocimiento a todas las personas, tengan o no discapacidad, dificultades de aprendizaje o diversidad funcional, permite correlacionar competencias con software. [7].

La información disponible se encuentra organizada en siete áreas:

- Autonomía, sensomotricidad y habilidades sociales
- Comunicación y lenguaje
- Matemáticas
- Medio natural y social
- Competencia digital
- Conocimiento artístico
- Inclusión laboral

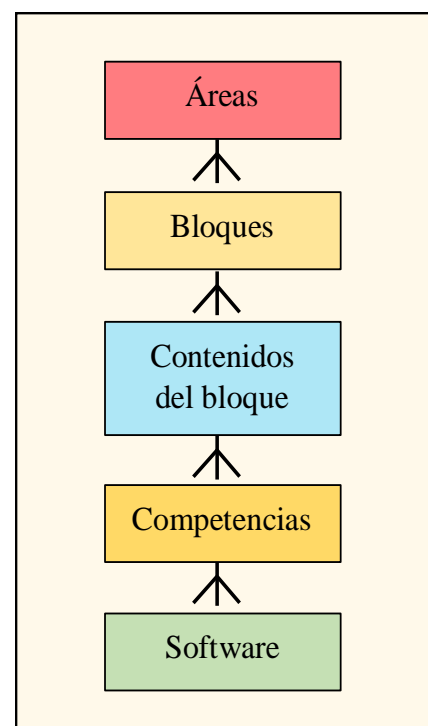
El software se clasifica en cinco grupos:

- Rampa digital
- Comunicación aumentativa
- Lenguaje de autor
- Software de refuerzo
- Software abierto

Este trabajo aprovecha la información relacionada con el software de refuerzo, que proporciona situaciones de aprendizaje basadas en respuestas precisas, concretas y evaluables.

La estructura de la información contenida en la base de conocimiento de [wikinclusion.org](http://wikinclusion.org) se representa en la Fig. 3, la misma que se organiza en áreas, cada área se divide en bloques, a su vez cada bloque tiene varios contenidos, cada contenido agrupa varias competencias, y cada competencia puede ser apoyada por un software.

Fig. 3. Estructura de la base de conocimiento.



#### Fase 4. Aplicación de un modelo de proceso para el desarrollo de software

La construcción de un software debe basarse en un modelo de proceso, el mismo que establece las etapas a seguir y las actividades a realizar en la elaboración de la aplicación informática.

El proceso del software se define como una estructura para las actividades, acciones y tareas que se requieren a fin de construir software de alta calidad. [8].

Aunque existen muchos procesos diferentes de software, algunas actividades fundamentales son comunes para todos ellos [9]:

- 1) Especificación del software. Se debe definir la funcionalidad del software y las restricciones de su operación.
- 2) Diseño e implementación del software. Se debe producir software que cumpla su especificación-
- 3) Validación del software. Se debe validar el software para asegurar que hace lo que el cliente desea.
- 4) Evolución del software. El software debe evolucionar para cubrir las necesidades cambiantes del cliente.

La adopción de un determinado modelo de proceso en el desarrollo de un software depende del problema que se vaya a tratar, es así que al ser el modelo de intermediación M-FREE un modelo secuencial, la propuesta para el desarrollo del software utiliza el modelo cascada que presenta esta característica.

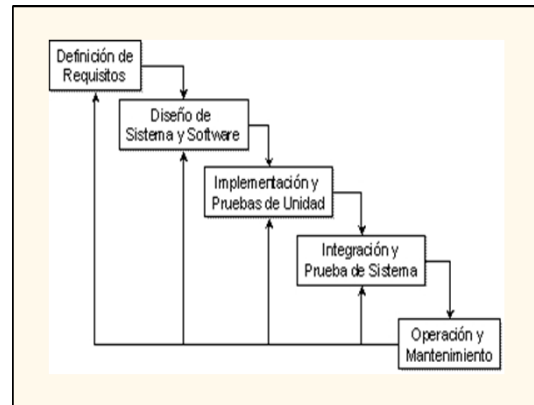
El modelo en cascada es un proceso secuencial, en el cual el software se desarrolla al realizar un conjunto de etapas que se ejecutan una tras otra, Fig. 4.

Las principales etapas de este modelo se transforman en actividades fundamentales de desarrollo [9]:

- 1) Análisis y definición de requerimientos. Los servicios, restricciones y metas del sistema se definen a partir de las consultas con los usuarios. Entonces se definen en detalle y sirven como una especificación del sistema.
- 2) Diseño del sistema y del software. El proceso de diseño del sistema divide los requerimientos en sistemas hardware o software. Establece una arquitectura completa del sistema. El diseño del software identifica y describe las abstracciones fundamentales del sistema software y sus relaciones.
- 3) Implementación y prueba de unidades. Durante esta etapa, el diseño del software se lleva a cabo como un conjunto o unidades de programas. La prueba de unidades implica verificar que cada una cumpla su especificación.
- 4) Integración y prueba del sistema. Los programas o las unidades individuales de programas se integran y prueban como un sistema completo para asegurar que se cumplan los requerimientos del software. Después de las pruebas, el sistema software se entrega al cliente.
- 5) Funcionamiento y mantenimiento. El sistema se instala y se pone en funcionamiento práctico. El mantenimiento implica corregir errores no descubiertos en las etapas anteriores del ciclo de vida, mejorar la implementación de las unidades del sistema y resaltar los servicios del

sistema una vez que se descubren nuevos requerimientos.

Fig. 4. Fases del modelo cascada. (Sommerville, 2005).



Para el desarrollo de este trabajo se aplican las etapas iniciales del modelo cascada, es decir definición de requisitos y diseño de sistema y software.

### 3 Resultados

El principal resultado de este trabajo consiste en un sistema informático desarrollado en lenguaje Java, cuya información es almacenada en el sistema de base de datos MySQL. El software propuesto interactúa con la información y aplicaciones provenientes del Internet, en este caso corresponden al software de apoyo educativo que se encuentra disponible en la web.

A continuación, se describen los resultados obtenidos durante el proceso de desarrollo aplicando el modelo cascada.

#### Definición de Requisitos:

Para el desarrollo del Software de gestión de actividades del Modelo M-FREE, se han identificado tres tipos de roles de usuarios, Administrador, Profesor y Alumno, pudiendo el Profesor asumir el rol de Administrador. A continuación, los requisitos por usuario:

#### Administrador:

**R1.** Realizar el mantenimiento de los archivos del Sistema, es decir información general de los alumnos, áreas de estudio, bloques de temas, competencias, datos del software, así como su dirección o url en la web.

#### Profesor:

**R2.** Registrar la propuesta curricular para cada alumno en base al nivel inicial de competencias y a la determinación de las competencias de logro. La planificación se realiza para un periodo de tiempo establecido.

**R3.** Registrar la correlación entre las competencias y el software que considera más adecuado.

**R4.** Evaluar las competencias alcanzadas por el alumno lo cual le permitirá retroalimentar el sistema.

#### Alumno:

**R5.** Realizar la ejecución de las actividades programadas en relación a la utilización de software de apoyo disponible

en la web, en concordancia con la propuesta curricular realizada por docente.

#### *Diseño de Sistema y Software:*

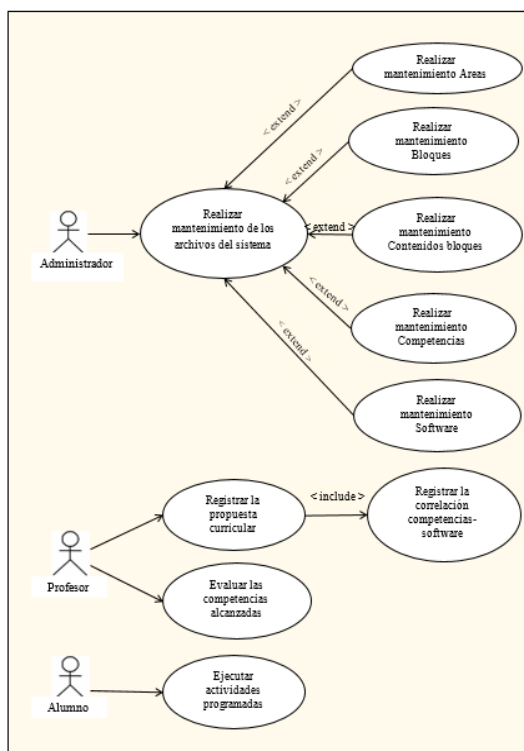
En esta fase se realiza la traducción de los requisitos a casos de uso, el modelamiento de datos mediante el diagrama Entidad-Relación y se plantea la arquitectura general del sistema.

#### *Diagrama de casos de uso*

Un modelo de casos de uso muestra una vista del sistema desde la perspectiva del usuario, por lo cual describe qué hace el sistema sin describir cómo lo hace. Un caso de uso provee a los desarrolladores un panorama sobre lo que desean los usuarios. Está libre de detalles técnicos o de implementación. [10]

El diagrama de casos de uso representa la interacción de los usuarios con el sistema. Fig. 5, este se construye en base a los requisitos.

Fig. 5. Diagrama de Casos de Uso.



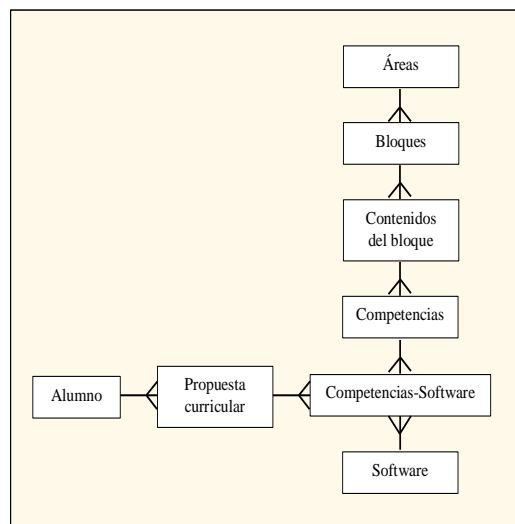
#### *Diagrama Entidad-Relación*

Una vez representado el problema y validada esta representación con los requisitos impuestos en el mismo, la representación conceptual se traducirá al nivel lógico de cualquiera de los Sistemas de Gestión de Bases de Datos (SGBD) con los cuales se desea tratar los datos correspondientes al problema. La representación conceptual más utilizada en el análisis de los problemas es aquella que está basada en el modelo de datos denominado Entidad-Interrelación. [11].

El modelo descrito anteriormente utiliza el diagrama Entidad-Relación (DER), el cual representa las entidades

necesarias para el sistema, así como sus interrelaciones. Las entidades descritas en la Fig. 6 permiten el almacenamiento de la información requerida para construir la propuesta curricular del modelo M-FREE de cada alumno. La construcción del DER, toma como referencia la estructura de la base de conocimiento de wikinclusion.org.

Fig. 6. Diagrama Entidad-Relación del sistema propuesto



#### *Arquitectura del Software*

La arquitectura de software es a grandes rasgos, una vista del sistema que incluye los componentes principales del mismo, la conducta de esos componentes según se la percibe desde el resto del sistema y las formas en que los componentes interactúan y se coordinan para alcanzar la misión del sistema. [12].

La arquitectura de software es un conjunto de patrones que proporcionan un marco de referencia necesario para guiar la construcción de un software. La arquitectura de software se compone por [13]:

- clientes y servidores.
- bases de datos
- niveles en sistemas jerárquico.

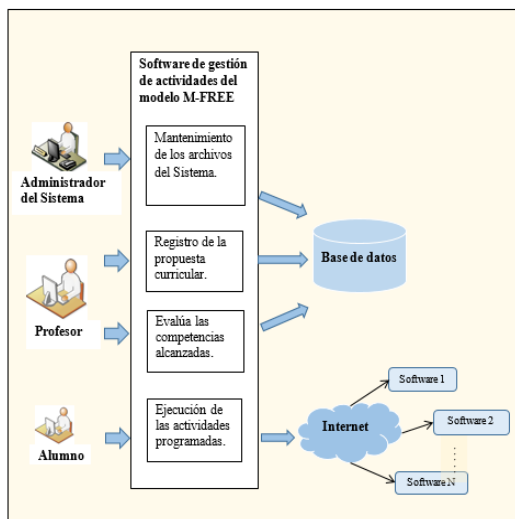
La arquitectura propuesta en la Fig. 7, consiste en un sistema informático en tres capas:

**Capa de Presentación:** Consistente en las interfaces para los usuarios Administrador, Profesor y Alumno.

**Capa de Negocio:** Provee la funcionalidad del sistema, es decir mantenimiento de los archivos del sistema, registro de propuesta curricular, evaluación de las competencias alcanzadas y ejecución de las actividades programadas.

**Capa de Datos:** Formada por los datos locales de la base de datos y los links hacia aplicaciones provenientes del Internet, que en este caso corresponden al software de apoyo educativo que se encuentra disponible en la web.

Fig. 7. Arquitectura general del sistema propuesto



Esta primera versión del “Software de gestión de actividades del modelo M-FREE”, ha sido trabajada para lograr la funcionalidad de la aplicación informática en el cumplimiento de los requisitos del modelo M-FREE.

En el proceso de prueba del sistema, el desarrollador del software asumió el rol de Administrador del Sistema, para alimentar al software con los datos necesarios.

El prototipo desarrollado fue probado por un docente tutor para realizar el registro de la programación curricular de sus estudiantes, logrando optimizar su tiempo en la búsqueda de los registros correspondientes, ya que no era necesario acceder a las fichas físicas de los archivos para la asignación de las tareas a los alumnos.

La opción de ejecución de actividades fue validada por estudiantes que presentan únicamente dificultades de aprendizaje leves. El software les permitió a algunos estudiantes acceder por su cuenta de una manera rápida a la aplicación designada, en otros casos el docente ayudaba a los estudiantes en el acceso, evidenciándose que este era más sencillo y rápido que la forma tradicional, es decir consultar en el registro físico la planificación del estudiante antes de ejecutar la aplicación recomendada.

A partir de la evaluación de actividades, el profesor puede modificar la propuesta curricular inicial, o ingresar una nueva propuesta para otro período de tiempo.

Las primeras pruebas han revelado que el prototipo solamente puede ser utilizado de forma óptima por un cierto grupo de usuarios Alumnos, por lo tanto, queda planteado para futuras versiones el mejoramiento de las interfaces del sistema para que incluyan pautas de accesibilidad. Por ejemplo, que la aplicación proporcione la posibilidad de prescindir de los medios de entrada tradicionales como el teclado o el ratón en el caso de que algún usuario requiera un medio alternativo debido a la presencia de una discapacidad.

En el medio tecnológico existen aplicaciones desarrolladas disponibles en la web, que permiten dotar a un software de ciertas funcionalidades para hacerlo más accesible, como transformar un texto en voz, cambiar dinámicamente el tamaño, color y contraste de un texto según la necesidad, sustituir el movimiento del mouse por la detección del movimiento de los ojos entre otras; que podrían ser incorporadas a este software para incrementar su utilidad a un mayor número de usuarios Alumnos.

#### 4 Conclusiones

Las TIC constituyen un gran apoyo al proceso educativo, sea este de gestión, enseñanza o aprendizaje.

El uso de la tecnología dota a la educación de nuevas herramientas que pueden ser utilizadas por un lado para la planificación del proceso de enseñanza –aprendizaje, y por otro, como recursos didácticos para todos los estudiantes con o sin discapacidad.

El Software de gestión actividades del modelo M-FREE, contribuye a la optimización del tiempo en la planificación y organización de las actividades curriculares del docente y estudiante, además de promover la aplicación de las TIC en el proceso enseñanza – aprendizaje.

Las aplicaciones informáticas deben estar al alcance de todo tipo de usuarios para cumplir con el criterio de accesibilidad; en este sentido es un compromiso para los desarrolladores de software, afrontar el reto de crear aplicaciones accesibles, que contribuyan a reducir la brecha digital existente en la sociedad, aprovechando la tecnología actual o innovado nueva tecnología.

#### Referencias Bibliográficas

1. UNESCO, “UNESCO.”
2. R. Sánchez, “Más avance tecnológico implica mayor inclusión.” *VIII Jornadas de Cooperación Educativa con Iberoamérica sobre educación especial e inclusión educativa.*, p. 19, 2011.
3. R. Castellano and S. Rafael, *Laptop, andamiaje para la Educación Especial. Guía práctica, computadoras móviles en el currículo.* 2011.
4. R. Sánchez, *Experto en TIC, inclusión y discapacidad (10ma. Edición).* España: Creática Fundación FREE, 2017.
5. M. d. I. S. Civil, “Mapeo de la Sociedad Civil - Uruguay - Repertorio de Organizaciones.”
6. A. González Pérez, “El uso de las TIC a través del desarrollo de microproyectos con alumnos de educación especial.”
7. C. FREE, “Wikinclusion.”
8. R. Pressman, *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico.* México: McGrawHill, 2010.
9. I. Sommerville, *Ingeniería del software.* Madrid: PEARSON, 2005.
10. K. Kendall and J. Kendall, *Análisis y Diseño de Sistemas 8va. Edición.* México: Prentice Hall, 2011.

11. I. Luque and G.-N. Miguel, *Bases de Datos. Desde Chen hasta Codd*. Mexico: Alfaomega., 2002.
12. C. B. Reynoso, "Introducción a la Arquitectura de Software," 2004.
13. EcuRed, "Arquitectura de Software."





# Topología predial para el análisis de colindantes en una base de datos geográfica

Andrés Sebastián Quevedo Sacoto<sup>1\*</sup>, César Alvarito Coronel González<sup>1</sup> y Zhindón Mora Martín Geovanny<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Católica de Cuenca

\*asquevedos@ucacue.edu.ec

## Resumen

Los sistemas de información catastrales, permiten la gestión y caracterización de los componentes físicos, jurídicos, económicos y ambientales de un predio. Entre las operaciones que se realizan sobre los catastros, se encuentra la de almacenar información de los colindantes que se extrae del documento jurídico del mismo. El documento jurídico describe de manera no estructurada la información y resulta impreciso su interpretación por la persona encargada de registrarla en el sistema de información, porque no representa de manera adecuada el objeto en la realidad. A pesar de que existen modelos lógicos que representan la realidad de manera abstracta como planos estos tienen que ser interpretados por un humano. En este trabajo, se presenta un proceso informático que permite determinar de manera automática, cuáles son los colindantes adyacentes de un predio, implementando análisis de topología sobre una base de datos geográfica. La propuesta descrita facilita la extracción e interpretación en el proceso de escritura de información, considerando arcos y nodos de intersección entre predios, para evitar errores en la definición de colindantes comúnmente cometidos por humanos. Como resultado de este proceso se muestra la información alfanumérica en un formato de columnas y un reporte gráfico que describe los colindantes de un predio catastral.

**Palabras clave:** Topología, Geo Análisis, Colindantes, Catastro.

## Abstract

*The cadastral information systems allow the management and characterization of the physical, legal, economic and environmental components of a property. Among the operations performed on cadastres, is to store information of the adjoining ones that is extracted from the legal document of the same. The legal document describes in an unstructured way the information and its interpretation is imprecise by the person in charge of registering it in the information system, because it does not adequately represent the object in reality. Although there are logical models that represent reality abstractly as planes these have to be interpreted by a human. In this work, a computer process is presented that allows to determine in an automatic way, which are the adjoining adjacent of a property, implementing topology analysis on a geographic database. The described proposal facilitates the extraction and interpretation in the process of writing information, considering arcs and nodes of intersection between properties, to avoid errors in the definition of adjoining commonly committed by humans. As a result of this process, the alphanumeric information is displayed in a column format and a graphic report that describes the adjoining properties of a cadastral property.*

**Key words:** Topology, Geo Analysis, neighboring, Cadastre.

## 1 Introducción

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) Municipales del Ecuador, son los organismos que se encargan de gestionar y administrar los catastros del territorio ecuatoriano [1]. Estos sistemas catastrales poseen componentes físicos, jurídicos, económicos y ambientales que permiten la caracterización de un predio en múltiples dimensiones [2].

Entre las operaciones que se realizan sobre los catastros se encuentra la de almacenar información de los colindantes de un predio. Con el fin de mostrar cómo se realiza la operación de almacenamiento de la información, se presenta el siguiente escenario: El ciudadano Sebastián Quevedo, tiene un predio de 1360 metros cuadrados en una zona urbana de la ciudad de Cuenca. El documento jurídico legal de este predio muestra la información de los colindantes de

la siguiente manera: al Norte: Colindante 1 y 2; al Este: Colindante 3; al Sur: Colindante 4; y al Oeste: Colindante 5.

El documento legal describe los colindantes al norte, sur, este y oeste, de manera no estructurada, esto resulta impreciso, porque no representa de manera adecuada el objeto en la realidad. A pesar de que existen modelos lógicos que representan la realidad de manera abstracta como planos estos tienen que ser interpretados por un humano. Esto deriva en equívocas e interpretaciones inadecuadas. A pesar de lo anteriormente mencionado estos planos son digitalizados utilizando modelos computacionales en los sistemas catastrales, los cuales a pesar de estar almacenados en un sistema de información todavía necesitan la interpretación de un técnico. Los modelos computacionales comúnmente utilizados son las bases de datos geográficas, las cuales al-

macenan la información topológica en estructuras estáticas, es decir por un lado la información geográfica y por otro la información alfanumérica, esta última correspondiente a información de colindantes. Una característica propia del territorio es que este es dinámico, y a pesar de que este dinamismo puede ser actualizado en el componente geográfico, es necesario desarrollar una actividad manual para actualizar su contraparte alfanumérica [3] [4]. Esta actualización puede estar sujeta a errores que pueden ir desde la incorrecta digitación de un colindante, hasta el olvido de su actualización, luego de un cambio.

El componente geográfico en los sistemas catastrales es representado por su ocupación topológica en el espacio [5], mediante la utilización de geometrías, en el caso de los predios, estos poseen dos dimensiones topológicas, las cuales se representan con un polígono como geometría para realizar su representación abstracta. Esto permite realizar un análisis de polígonos adyacentes de manera precisa, lo que permite conocer cuáles son los predios colindantes, utilizando técnicas de análisis topológico, y no únicamente basado en descripciones textuales de sus ubicaciones relativas como norte, sur, este y oeste.

La topología geoespacial estudia las relaciones espaciales entre los diferentes elementos geográficos (topología de nodo/punto, topología de red/arco/línea, topología de polígono) que representan las características geográficas y su posición en el mapa. Estas relaciones, que para el ser humano pueden ser obvias a simple vista, el programa informático las debe establecer mediante un lenguaje y unas reglas de geometría matemática. [6]

En el contexto de un catastro multifinalitario<sup>1</sup> y de manera concreta al referirnos al componente geográfico y alfanumérico, el propósito de este trabajo es crear una herramienta tecnológica mediadora entre la dimensión física y jurídica que permita determinar cuáles son los predios adyacentes de un predio, implementando análisis de topología sobre una base de datos geográfica, para que se automatice el proceso de escritura de información considerando arcos y nodos de intersección entre predios, para evitar errores en la definición de colindantes, cometidos por humanos.

## 2 Materiales y Métodos

Entre los principales insumos empleados en este trabajo, se encuentra:

- 1) Un archivo vectorial shape de ESRI, que es un formato no estandarizado pero ampliamente adoptado para la representación de los predios, que corresponden a objetos geográficos discretos [7].
- 2) La Base de datos Postgres con su extensión geográfica Postgis, es una base de datos de código abierto que permite la administración de una base de datos espacial y alfanumérica mediante la adición de tres características: tipos de datos espaciales, índices espaciales y funciones que operan sobre ellos. Esta característica

<sup>1</sup> **Multifinalitario**: múltiples datos, provenientes de múltiples fuentes y que es útil para múltiples usuarios y finalidades en el catastro.

permite la extracción y análisis de datos alfanuméricos con procesamiento geográfico y viceversa. [8] [9]

- 3) El Sistema de Información Geográfico QGIS, para la gestión de la información geográfica, desde su almacenamiento hasta su análisis, en este caso el topológico. [7]

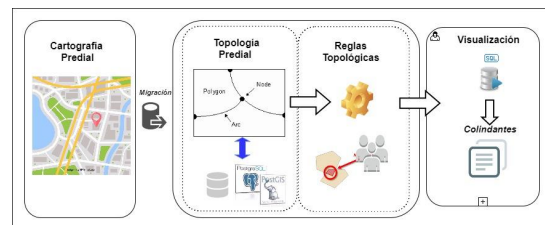
La metodología propuesta para el desarrollo de este trabajo “Figura 1” consiste en la ejecución de 4 procesos que consisten en: 1) Migración Topológica en donde se realiza una conversión de geometrías simples a geometrías topológicas, 2) Creación de un esquema de topología con soporte para el contexto de un predio catastral, 3) Depuración topológica que permita la eliminación de inconsistencias en la topología como vacíos y sobre posición de geometría 4) Geo análisis topológico en donde se procede extraer de forma dinámica los colindantes de un predio con sus características según el contexto de análisis

## 3 Desarrollo del Proceso

En esta sección se describe de manera detallada la construcción e implementación de la metodología del proceso, el cual permite extraer de forma automática la información, coordenadas, nodos y distancia que existe entre un predio y sus colindantes en un sistema catastral.

En la figura 1 se muestra los cuatro componentes o procesos que conforman esta arquitectura y que se detallan a continuación.

Fig. 1. Metodología del proceso



Fuente: Autores

**Migración** : Este proceso consiste en la migración de la cartografía catastral referente a los predios y que será almacenada en una base de datos geográfica. Esto se realiza utilizando los servicios de migración que se incluyen en los software SIG o con rutinas de programación en lotes incluidas en las base de datos. La herramienta QGIS cuenta con una herramienta de gestión de base de datos que permite la carga de datos vectoriales y gestiona la migración de los datos geográficos a una base de datos con soporte geográfico. Postgres permite la creación de tablas geográficas que incluye un esquema lógico con soporte para sistemas de coordenadas proyectados y geográficos, este esquema cumple con los estándares dictados por la Open Geospatial Consortium [10].

En este punto se crea una tabla geográfica en el esquema público de Postgres con el nombre “Predio”.

**Topología predial** : La información del catastro predial que se encuentra almacenada en la base de datos con el proceso anterior, es sometida a algoritmos encapsulados en funciones de la base de datos Postgres que permiten procesar y generar un esquema topológico de datos [11]. La figura 2 muestra el proceso a seguir.

Fig. 2. Creación topología predial

```

--crear Topología
SELECT topology.CreateTopology('predio_topologia', 32717,0.05);
--Creación de un campo de topología en la tabla de los predios geográficos
SELECT topology.AddTopoGeometryColumn(
'predio_topologia',
'public',
'predio',
'topo_geom',
'multipolygon') As new_layer_id;
-- conversión de una geometría simple a una geometría topológica
update predio set gid= subquery.gid,topo_geom= subquery.topografia from
(SELECT gid,
topology.toTopoGeom(the_geom, 'predio_topologia', 1) as topografia
FROM predio) AS subquery WHERE predio.gid=subquery.gid;
    
```

Fuente: Autores

**Reglas topológicas** : Las reglas de topología permiten realizar depuración y validación de los objetos geográficos almacenados en la base de datos, identificando que objetos se encuentran violando las reglas [12]. En el contexto de la topología sobre un polígono predial se implementan tres reglas que se detallan a continuación.

- 1) Must Not Overlap. Esta regla se utiliza cuando un área no puede pertenecer a dos o más polígonos.
- 2) Must Not Have Gaps. Todos los polígonos deben formar una superficie continua.
- 3) Must Not Overlap With. Esta regla se utiliza cuando un área no puede pertenecer a dos clases de entidad separadas.

Una vez que las reglas se implementan, se empieza con la limpieza y depuración de los datos utilizando el Software QGIS, que permite la visualización y edición de los datos en su interfaz gráfica de usuario.

**Visualización** : Finalmente para la visualización de los colindantes de un predio, se crea una consulta espacial SQL figura 3, que realiza una operación sobre la topología del predio.

En este punto la consulta devuelve los datos en formato de columnas, con información de la clave catastral del predio colindante, node\_desde y nodo\_hasta en que se encuentra el arco colindante y por último el punto cardinal del lindero. Por el momento la visualización de los datos es únicamente alfanumérica. Para lograr una visualización gráfica de los datos es necesario la creación de una vista en la base de datos con la definición de la consulta generada, con el propósito que los sistemas de información geográficos puedan acceder e interpretar los datos y visualizarlos en su interfaz.

Fig. 3. Consulta para Visualización de colindantes

```

select p.gid, p.clave_catastral, edge_id, edge.start_node,edge.end_node,case
when (p.the_geom !=> edge.geom) =true then 'norte'
when (p.the_geom <|> edge.geom) =true then 'sur'
when (p.the_geom <> edge.geom) =true then 'este'
when (p.the_geom <= edge.geom) =true then 'oeste'
end as punto_cardinal
from predio p,
(
select ed.* from predio_topologia.edge_data ed inner join
(
SELECT abs((topology.ST_GetFaceEdges('predio_topologia',
(SELECT (GetTopoGeomElements(topo_geom)) [1] FROM predio WHERE gid = 851
)))).edge) as edge_id
) edt using (edge_id) as edge
where ST_Covers(p.the_geom,edge.geom) and gid <> 851 order by punto_cardinal;
    
```

Fuente: Autores

### 4 Resultados

Los resultados de este trabajo, se describen con el escenario descrito en la sección de la introducción, pero empleando la metodología descrita en la sección de materiales y métodos.

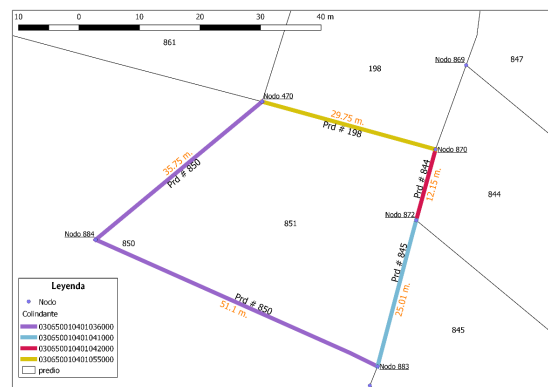
El ciudadano “Sebastián Quevedo”, tiene un predio de 1360 metros cuadrados en una zona urbana de la ciudad de Cuenca, El sistema de información implementado muestra la información de los colindantes de manera automática como se muestra en la Figura 3, en donde se visualiza los nodos y la distancia que existe en cada uno de los linderos del predio, además se muestra una leyenda que identifica la clave catastral que le corresponde a cada vecino adyacente al predio.

Adicionalmente la vista permite mostrar los datos en formato alfanumérico Tabla 1, en donde además se incluye el punto cardinal del arco colindante.

Tabla 1. Colindantes del predio

gid integer	clave_catastral character varying(254)	edge_id integer	start_node integer	end_node integer	punto_cardinal text
844	030650010401042000	1224	872	870	este
198	030650010401055000	1221	870	470	norte
850	030650010401036000	1243	884	883	oeste
845	030650010401041000	1240	883	872	sur
850	030650010401036000	1242	470	884	oeste

Fig. 4. Reporte Gráfico



Fuente: Autores

## 5 Conclusión

La metodología propuesta en este trabajo permite crear un proceso automático empleando herramientas de análisis espacial como los sistemas de información geográfica, que terminan sustituyendo la intervención humana en la determinación de predios adyacentes mediante el análisis de topología sobre una base de datos geográfica. Este proceso incluso conlleva a un cambio en la estructura de los modelos de datos de los sistemas de información catastral, tanto en los componentes físicos como jurídico. En concreto permite eliminar del componente jurídico el modelo de datos correspondiente a colindantes, ya que estos pueden ser determinados únicamente a partir del físico.

Se recomienda para trabajos futuros incorporar a la topología otros tipos de geometrías que representen objetos que intervienen en la definición de linderos de un predio como la hidrografía, vías, caminos vecinales, etc.

## Referencias Bibliográficas

1. E. Dirección Nacional de Avalúos y Catastros, “Normas técnicas nacionales para el catastro de bienes inmuebles urbanos - rurales y avalúos de bienes; operación y cálculo de tarifas por los servicios técnicos de la Dirección Nacional de Avalúos y Catastros,” 2016.
2. G. Albarrán and Y. Rojas, “Levantamiento Catastral Multifinalitario, Sector San José-El Arenal-Carmania. Santa Cruz de Mora. Municipio Antonio Pinto Salinas. Estado Mérida,” *Trabajo Especial de Grado, Escuela de Geografía, Universidad de los Andes, Mérida. factores de corrección que determinan los avalúos prediales que regirán para el bienio*, vol. 2, 2004.
3. J. Wallace and I. Williamson, “Developing cadastres to service complex property markets,” *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 30, pp. 614–626, sep 2006.
4. S. LI and M.-h. YANG, “The discussions on dynamic update in cadastral data-base [J],” *Science of Surveying and Mapping*, vol. 4, p. 62, 2008.
5. P. Longley, M. Goodchild, D. Maguire, and D. Rhind, *Geographic Information Science and Systems*. John Wiley & Sons, Inc., fourth ed., 2015.
6. T. Elmo, *Geospatial Topology*. Loc Publishing, 2012.
7. K. Menke, *Discover QGIS*. 2016.
8. R. O. Obe and L. S. Hsu, *PostGIS in action*.
9. “PostGIS — Spatial and Geographic Objects for PostgreSQL.”
10. “About OGC | OGC.”
11. Postgis.net, “toTopoGeom.”
12. “Reglas topológicas de las geodatabases y soluciones a los errores de topología—Ayuda | ArcGIS for Desktop.”

# **Accesibilidad web en las empresas municipales y de servicios de la ilustre municipalidad de cuenca. Análisis preliminar**

## **Web accessibility in the municipal and service companies of the illustrious municipality of cuenca. Preliminary analysis**

**Milton Alfredo Campoverde Molina<sup>1\*</sup>, Jenny Karina Vizñay Durán<sup>1</sup> y Diana Ximena Poma Japón<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Unidad Académica de Tecnologías de la Información y la Comunicación,  
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca – Ecuador

\*[mcampoverde@ucacue.edu.ec](mailto:mcampoverde@ucacue.edu.ec)

### **Resumen**

El presente artículo revela el resultado de análisis de accesibilidad de 157 páginas de la Ilustre Municipalidad de Cuenca – Ecuador, teniendo como finalidad determinar el nivel de accesibilidad de los portales web de las empresas municipales y de servicios, para el análisis se utilizó la herramienta automática TAW Online y las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web 2.0 con un nivel de conformidad A sobre las tecnologías HTML y CSS, luego del análisis se determina que ninguna cumple con las directrices de las WCAG 2.0 con un nivel de conformidad A, por lo tanto, los portales web de las empresas municipales (76) y de servicios (81) de la Ilustre Municipalidad de Cuenca no son accesibles. La mayor cantidad de errores se encuentran en el contenido debido a que las páginas web analizadas no son lo suficientemente robustas para ser interpretados de forma fiable por una amplia variedad de agentes de usuario, incluyendo las ayudas técnicas (procesamiento, nombre, función y valor), y las soluciones se establecen en base a las Técnicas para WCAG 2.0 de la W3C.

**Palabras clave:** Accesibilidad Web, Adultos Mayores, Discapacidad, Municipalidad, WCAG 2.0..

### **Abstract**

*This article reveals the result of accessibility analysis of 157 pages of the Municipality of Cuenca - Ecuador, with the purpose of determining the level of accessibility of the web portals of municipal companies and services, for the analysis the automatic tool was used TAW Online and the Accessibility Guidelines for Web Content 2.0 with a level of compliance A on HTML and CSS technologies, after the analysis it is determined that none comply with the WCAG 2.0 guidelines with a level of compliance A, therefore, the web portals of the municipal companies (76) and services (81) of the Municipality of Cuenca are not accessible. The greatest number of errors are found in the content because the web pages analyzed are not sufficiently robust to be interpreted reliably by a wide variety of user agents, including technical aids (processing, name, function and value) and the solutions are established based on the Techniques for WCAG 2.0 of the W3C.*

**Key words:** Web Accessibility, Seniors, Disability, Municipality, WCAG 2.0..

## **1 Introducción**

Por un lado, las TIC han facilitado que personas que presentan alguna discapacidad puedan acceder a información a la que antes no podían. Así, el acceso a la información electrónica o digital es un mecanismo inclusivo en la Sociedad de la Información. Por otro lado, se observa que no hay una armonización entre los distintos actores que intervienen en la cadena de la accesibilidad, y que surge la tecnología con barreras de accesibilidad que dificultan o imposibilitan el acceso a la información. Aunque pueda parecer que estas barreras sólo afectan a las personas con discapacidad, la realidad es, que en determinados escenarios y situaciones, todos, con independencia de nuestras capacidades, nos podemos ver afectados. De hecho, la no accesibilidad es

la generadora de la discapacidad para muchos usuarios y determinadas condiciones funcionales. Las causas que hacen que nos encontremos con TIC inaccesibles pueden ser diversas: falta de sensibilidad y responsabilidad social tecnológica en las organizaciones, desconocimiento de la existencia de las barreras de acceso para algunas personas, o situaciones en las que aun siendo conscientes de las barreras y teniendo concienciación social, no se sabe cómo desarrollar las TIC para que sean accesibles [1].

Según Ester Serna Berná [2] Desarrolladora Web y Consultora en Accesibilidad Web determina que “Todas las personas sufrirán algún tipo de discapacidad transitoria o permanente en algún momento de su vida. Una de ellas es la relacionada con el envejecimiento, normalmente problemas



relacionados con la discapacidad visual, la discapacidad auditiva y la discapacidad física".

En consecuencia de lo expuesto anteriormente Campoverde M., Vizñay J. y Reyes D. (2016) [3] en base a las estadísticas elaboradas por el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) [4, 5] con información del Ministerio de Salud Pública de las personas registradas con discapacidad en el Ecuador, establecen que hasta agosto del 2015 existían 401.538 personas registradas con discapacidad y en marzo 2018 existen 435.865 teniendo un incremento de 34.327; asimismo en la provincia del Azuay en agosto del 2015 existía 27.713 personas registradas con discapacidad y en marzo 2018 existe 28.768 teniendo un incremento de 1.055 personas con discapacidad, esto evidencia claramente que existe una tendencia progresiva de incremento en el tiempo de personas con discapacidad en el Ecuador, de las 28.768 personas con discapacidad de la provincia del Azuay, las 19.509 viven en la ciudad de Cuenca que es el 67,81 % de la población azuaya desglosada de la siguiente forma: auditiva (7,77 %), física (33,54 %), intelectual (13,16 %), lenguaje (0,62 %), psicosocial (mental) (3,50 %), visual (9,23 %) y también tiene 5.387 personas que son mayores a 65 años (Adultos Mayores) que es un 22 % de la población cuencana.

También la Ilustre Municipalidad de Cuenca se encuentra ejecutando el Proyecto Cuenca Ciudad Digital [6] el mismo que surge de la iniciativa del GAD Municipal del Cantón Cuenca, con el soporte de la empresa pública ETA-PA EP y tiene como objetivo mejorar la calidad de vida del ciudadano cuencano y de sus visitantes a través del uso de las tecnologías de la información y comunicación así como la automatización y los servicios inteligentes basando su accionar en 6 verticales: Ciudadanía, Calidad de Vida, Entorno, Movilidad, Economía y Gobierno. El proyecto busca convertir a Cuenca en una ciudad más inclusiva y en un futuro cercano en una ciudad digital, utilizando la tecnología como el medio, no como un fin, ya que el objetivo del mismo es el ser humano.

Considerando todos los puntos tratados en los párrafos anteriores, esta investigación plantea como objetivo determinar el nivel de accesibilidad de los portales web de las empresas municipales y de servicios de la Ilustre Municipalidad de Cuenca - Ecuador, a través del análisis de cumplimiento de las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0 con un Nivel de Conformidad A.

## 2 Marco Teórico

### 2.1 Accesibilidad web

Hablar de Accesibilidad Web es hablar de un acceso universal a la web, independientemente del tipo de hardware, software, infraestructura de red, idioma, cultura, localización geográfica y capacidades de los usuarios. La idea principal radica en hacer la Web más accesible para todos los usuarios independientemente de las circunstancias y los dispositivos involucrados a la hora de acceder a la

información. Partiendo de esta idea, una página accesible lo sería tanto para una persona con discapacidad, como para cualquier otra persona que se encuentre bajo circunstancias externas que dificulten su acceso a la información (en caso de ruidos externos, en situaciones donde nuestra atención visual y auditiva no está disponible, pantallas con visibilidad reducida, etc.) [7].

En definitiva, un sitio web es accesible cuando puede ser utilizado de forma eficaz por el mayor número posible de personas, independientemente de sus limitaciones personales [8].

### 2.2 Pautas de Accesibilidad para el contenido Web (WCAG) 2.0

Las (WCAG) 2.0 se compone de 4 principios, 12 directrices y 61 criterios de cumplimiento (éxito), más un número no determinado de técnicas suficientes y técnicas de asesoramiento [9]:

- 1) **Principio 1: Perceptible:** la información y los componentes de la interfaz de usuario deben ser mostrados a los usuarios en formas que ellos puedan entender.
  - *Directriz 1.1: Texto alternativo:* Proporciona texto alternativo para el contenido que no sea textual, así podrá ser transformado en otros formatos que la gente necesite, como caracteres grandes, lenguaje braille (braille no es correcto), lenguaje oral, símbolos o lenguaje más simple.
  - *Directriz 1.2: Contenido multimedia dependiente del tiempo:* Proporcione alternativas sincronizadas para contenidos multimedia sincronizados dependientes del tiempo.
  - *Directriz 1.3: Adaptable:* Crear contenido que pueda ser presentado de diferentes formas sin perder ni información ni estructura.
  - *Directriz 1.4: Distinguible:* Facilitar a los usuarios ver y escuchar el contenido incluyendo la distinción entre lo más y menos importante.

Este principio tiene 22 criterios de cumplimiento.
- 2) **Principio 2: Operable:** Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación debe ser manejable.
  - *Directriz 2.1: Teclado accesible:* Poder controlar todas las funciones desde el teclado.
  - *Directriz 2.2 Tiempo suficiente:* Proporciona tiempo suficiente a los usuarios para leer y utilizar el contenido.
  - *Directriz 2.3: Ataques epilépticos:* No diseñar contenido que pueda causar ataques epilépticos.
  - *Directriz 2.4: Navegación:* Proporciona formas para ayudar a los usuarios a navegar, a buscar contenido y a determinar dónde están estos.

Este principio tiene 20 criterios de cumplimiento.
- 3) **Principio 3: Comprensible:** La información y las operaciones de usuarios deben ser comprensibles.
  - *Directriz 3.1: Legible:* Hacer contenido de texto legible y comprensible.

- *Directriz 3.2 Previsible:* Hacer la apariencia y la forma de utilizar las páginas web previsible.
  - *Directriz 3.3 Asistencia a la entrada de datos:* los usuarios de ayuda evitarán y corregirán errores.
- Este principio tiene 17 criterios de cumplimiento.

4) **Principio 4: Robustez:** el contenido debe ser suficientemente robusto para que pueda ser bien interpretado por una gran variedad de agentes de usuario, incluyendo tecnologías de asistencia.

- *Directriz 4.1 Compatible:* Maximiza la compatibilidad con los agentes de usuario actuales y futuros, incluyendo tecnologías de asistencia.

Este principio tiene 2 criterios de cumplimiento.

Según la WCAG 2.0, para que una página web sea conforme con las WCAG 2.0, deben satisfacerse todos los requisitos de conformidad siguientes [10]:

- **Nivel A:** Para lograr conformidad con el Nivel A (el mínimo), la página web satisface todos los Criterios de Conformidad del Nivel A, o proporciona una versión alternativa conforme.
- **Nivel AA:** Para lograr conformidad con el Nivel AA, la página web satisface todos los Criterios de Conformidad de los Niveles A y AA, o proporciona una versión alternativa conforme al Nivel AA.
- **Nivel AAA:** Para lograr conformidad con el Nivel AAA, la página web satisface todos los Criterios de Conformidad de los Niveles A, AA y AAA, o proporciona una versión alternativa conforme al Nivel AAA.

### 2.3 Herramienta para el análisis de la accesibilidad de sitios web

Las herramientas automáticas de evaluación de la accesibilidad web son programas de software o servicios en línea, que realizan una inspección automática para ayudar a determinar si un portal web satisface las guías de accesibilidad web [11]. TAW es una herramienta para evaluar la accesibilidad de páginas web Online con las WCAG 2.0; el mismo que tiene como objetivo “comprobar el nivel de accesibilidad alcanzado en el diseño y desarrollo de páginas web con el fin de permitir el acceso a todas las personas independientemente de sus características diferenciadoras” [12].

Esta herramienta evalúa una página web mediante su dirección URL, con un nivel de conformidad A, AA o AAA sobre las tecnologías HTML, CSS, JAVASCRIPT; la evaluación se realiza en base a las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web 2.0 y genera un informe HTML que muestra el total de los problemas encontrados (son necesarias las correcciones), las advertencias (deben revisarse manualmente) y los puntos no verificados (que requieren un análisis manual completo) y los organiza por cada principio: Percipible, Operable, Comprensible y Robusto [13].

### 2.4 Normativa de Accesibilidad Web en el Ecuador

El 28 de enero de 2014 [14] se publicó en el Registro Oficial No 171 la aprobación de la norma NTE INEN

ISO/IEC 40500 “Tecnología de la información – Directrices de accesibilidad para el contenido web del W3C (WCAG) 2.0 (ISO/IEC 40500:2012, IDT)”. La norma la publicó el Instituto Ecuatoriano de Normalización. El 10 de febrero de 2016, el Servicio Ecuatoriano de Normalización publicó el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 288 “Accesibilidad para el contenido web”. Este reglamento entró en vigor el 8 de agosto de 2016 y establece: 1) Aplica a los contenidos web publicados en los sitios web del sector público y privado que presten servicios públicos. 2) Se debe satisfacer por completo el nivel de conformidad AA, establecido en la Norma NTE INEN-ISO/IEC 40500, Esta norma es una traducción exacta de WCAG 2.0. 3) Por último, se incluyen dos disposiciones transitorias sobre el plazo para cumplir con el reglamento y la norma: TRANSITORIA PRIMERA. Los propietarios de los sitios web a los que se aplica este reglamento tendrán un plazo de 2 años para adecuar sus sitios web existentes al momento de entrar en vigencia el reglamento de acuerdo al nivel de conformidad A de la norma NTE INEN vigente. El 8 de agosto de 2018, todos los sitios web ecuatorianos que presten un servicio público deben ser accesibles WCAG 2.0 nivel A. TRANSITORIA SEGUNDA. Los propietarios de los sitios web a los que se aplica este reglamento tendrán un plazo de 4 años para adecuar sus sitios web existentes al momento de entrar en vigencia el reglamento de acuerdo al nivel de conformidad AA. de la norma INEN vigente. El 8 de agosto de 2020, todos los sitios web ecuatorianos que presten un servicio público deben ser accesibles WCAG 2.0 nivel AA.

Además el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 288 “Accesibilidad para el Contenido Web” [14] emite un Régimen de Sanciones.- El propietario del sitio web que incumpla con lo establecido en este Reglamento Técnico recibirá las sanciones previstas en la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, Ley Orgánica de Comunicación y demás leyes vigentes.

## 3 Estado del arte

Acosta Vargas P., Luján Mora S. & Salvador Ullauri L. (2016) [15] en la investigación Evaluación de la accesibilidad de las páginas web de las universidades ecuatorianas en donde se evalúa a tres universidades de categoría A y siete universidades de categoría B, los sitios evaluados no alcanzan un nivel de cumplimiento aceptable con un nivel de conformidad AA. Únicamente tres de las diez universidades analizadas logran un nivel de accesibilidad medio, pues están en el rango entre seis y siete, lo que representa el 30 % de la muestra.

Campoverde M., Vizñay J. & Reyes D. (2016) [3] en la evaluación de 15 portales web, clasificados en 7 hospitales (H), 5 clínicas (C) y 3 centros médicos (CM) determinan que ninguno cumple con las directrices de las WCAG 2.0 con un nivel de conformidad A por lo tanto los portales web de los hospitales, clínicas y centros médicos analizados de

la ciudad de Cuenca-Ecuador no son accesibles y su mayor problema es el principio de robustez.

Asimismo, en el análisis realizado por Campoverde M. (2016) [16] a 31 portales web (191 páginas analizadas) de las Unidades Educativas y Colegios de la ciudad de Cuenca, utilizando la herramienta automática TAW online sobre las tecnologías HTML y CSS, establece en los resultados que ninguna de las páginas web cumple con las directrices de las WCAG 2.0 con un nivel de conformidad A por lo tanto concluye que los portales web de las Instituciones Educativas analizadas de la ciudad de Cuenca-Ecuador no son accesibles. La mayor cantidad de errores se encuentran en el contenido debido a que las páginas web analizadas no son lo suficientemente robustas; sin embargo, en base a los resultados se determina que el 92 % son advertencias que se deben revisar en el diseño y contenido de las páginas web; el 6 % son problemas que se deben corregir de acuerdo a los criterios de cumplimiento (éxito) de la WCAG 2.0 y el 2 % son puntos no verificados que requieren de un análisis manual completo para su cumplimiento.

#### 4 Materiales y/o Métodos

Esta investigación forma parte del proyecto de investigación científica "Contribución al uso de las TIC's en las Instituciones Educativas", se fundamenta en uno de los objetivos planteados en el proyecto Cuenca ciudad Digital de la Ilustre Municipalidad de Cuenca [?] que es Potenciar los servicios públicos a través del uso de las TIC's, en donde se establece que el 96 % de la población cantonal tiene telefonía celular, y el 75 % conexión a internet; el escenario actual de este proyecto son las personas con capacidades especiales, los adultos mayores y personas sin conocimiento en lo digital. Para el cumplimiento de sus objetivos la Ilustre Municipalidad ha emprendido una campaña de capacitación considerando el conocimiento digital como un factor determinante para el desarrollo de la innovación y de la adaptación social, los talleres digitales que está dictando la Ilustre Municipalidad de Cuenca son de forma gratuita, los mismos que están en función de mejorar la calidad de vida de las personas.

En aplicación de lo expuesto anteriormente bajo la dirección de la Ilustre Municipalidad de Cuenca y docentes tutores de la Universidad Católica de Cuenca se dictaron cursos de capacitación en alfabetización digital a adultos mayores y jóvenes, los mismos que fueron impartidos por estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas como proyectos de vinculación con la colectividad, previo a una capacitación a los estudiantes por el personal de la Ilustre Municipalidad de Cuenca sobre el proceso y los contenidos del curso para que en lo posterior participen como capacitadores. Alberto Valencia (2016) [17] consultor del proyecto Cuenca Ciudad Digital, los talleres de Alfabetización Digital (Taller de Computador, Taller de Tablet y Taller de Smartphone), manifiesta que tanto en los Centros Culturales como en la Escuela Taller El Vado, han logrado que la respuesta de la ciudadanía haya sido muy buena, los

porcentajes alcanzados son muy representativos a las metas de Cuenca Ciudad Digital. Se alcanzó un total de 63 inscritos para los talleres realizados en los centros culturales y la Escuela Taller en el mes de Julio; y para los talleres realizados solo para la Escuela Taller a finales de Julio e inicios de Agosto, para completar los contenidos que los estudiantes deben recibir, se tuvo la inscripción de 81 estudiantes. Los logros alcanzados en los centros culturales con los participantes son muy buenos mostrando que tanto la metodología, los contenidos y los facilitadores desarrollan una buena labor, además en los porcentajes de asistencia se nota el empeño que la gente pone para aprender y mejorar el manejo de dispositivos digitales, los participantes son entre adulto y adulto mayor en mayor número, a más de los logros, estos talleres han permitido crear un mejor ambiente social, ya que los participantes también comparten tiempo con otras personas, los adulto-mayor comparten actividades en grupo lo que permite mantener a esta población en actividad lo que ayuda a su salud mental.

Además de los talleres se motivó a los estudiantes a hacer uso de los servicios que ofrece el portal web de la Ilustre Municipalidad de Cuenca y sus empresas municipales; lo que impulsó a determinar el nivel de accesibilidad de los portales web de las empresas municipales y páginas web de servicios de la Ilustre Municipalidad de Cuenca-Ecuador, a través del análisis de cumplimiento de las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0 con un Nivel de Conformidad A.

Aplicando la herramienta automática T.A.W. Online sobre las tecnologías HTML y CSS de los portales web de las empresas municipales de la Ilustre Municipalidad de Cuenca se determinaron los problemas, advertencias y puntos no revisados del análisis de las WCAG 2.0 con un nivel de conformidad A por cada uno de sus principios: Perceptible (P), Operable (O), Comprensible (C), Robusto (R).

De las 157 páginas analizadas ninguna cumple con las directrices de las WCAG 2.0 con un nivel de conformidad A, por lo tanto, los portales web de las empresas municipales (76) y de servicios (81) de la Ilustre Municipalidad de Cuenca no son accesibles. La mayor cantidad de errores se encuentran en el contenido debido a que las páginas web analizadas no son lo suficientemente robustas para ser interpretada de forma fiable por una amplia variedad de agentes de usuario, incluyendo las ayudas técnicas (procesamiento, nombre, función y valor), además se debe proporcionar alternativas textuales en todo el contenido no textual (Formularios, Imágenes, Navegación), Información y relaciones (Formularios, Estructura Semántica, Presentación), Secuencia con significado (Presentación), Características sensoriales (Presentación), Uso del color (Presentación), Contraste (Mínimo, Presentación), Redimensionamiento del texto (Presentación), Imágenes de texto (Imágenes).

## 5 Resultados

Los resultados están fundamentados en las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0 con un Nivel de Conformidad A; y las soluciones en base a las Técnicas para WCAG 2.0 W3C [18].

### 5.1 Perceptible

#### 5.1.1 Imágenes decorativas con atributo title

Cuando una imagen es de publicidad o decorativa y forma parte del diseño de la página web se la debe omitir, para que las tecnologías de asistencia las ignore, esto se logra omitiendo el elemento title del elemento y dejando el atributo alt vacío, se debe dejar vacío el atributo alt mas no quitarlo, actualmente se encuentra así en la página de la municipalidad:

```
1 
```

Solución:

```
1 
```

#### 5.1.2 Imágenes con alt sospechosos (nombre del fichero, tamaño en kb, etc.)

Los nombres del elemento alt, hace referencia a otro elemento, como se puede ver a continuación:

```
1 
```

Solución:

```
1 
```

#### 5.1.3 Controles de formulario sin etiquetar

El for del elemento label debe hacer referencia al id del elemento text al que va identificar, como está actualmente:

```
1 <label for="exampleInputEmail1">Número de Título :
</label>
2 <input type="text" class="form-control" id="
titulo" name="titulo" placeholder="#_Título"
value="" pattern="(\\d+(_))*\\d+" required="">
```

Solución:

```
1 <label for="_titulo">Número de Título:</label>
2 <input type="text" class="form-control" id="
titulo" name="titulo" placeholder="#_Título"
value="" pattern="(\\d+(_))*\\d+" required="">
```

#### 5.1.4 Imágenes sin atributo alt y botones de tipo imagen sin atributo alt

El atributo alt brinda una descripción detallada de la imagen para que las personas con discapacidad visual puedan entender de qué se trata las imágenes, así también, si la imagen es un link al poner el mouse sobre la imagen debe mostrar la descripción de la página a donde llevará la imagen, así se encuentra actualmente el logo del municipio:

```
1 <a href="http://www.cuenca.gob.ec" target="_blank"
">
2 
```

Solución:

```
1 <a href="http://www.cuenca.gob.ec" target="_blank"
">
2 
```

#### 5.1.5 Enlaces consecutivos de texto e imagen al mismo recurso

El método preferido para abordar esto es juntar el texto y la imagen en un enlace, y proporcionar texto alternativo nulo en la imagen para eliminar la duplicación de texto. Actualmente se encuentra de la siguiente forma el icono de regresar:

```
1 <a href=" ../index.php">
2  </a>
```

Solución:

```
1 <a href=" ../index.php">
2 Regresar </a>
3 Ó
4 <a href=" ../index.php"> </a>
```

#### 5.1.6 Utilización de etiquetas de presentación

La norma indica que no se debe usar etiquetas que modifiquen la forma visual del documento, si bien se puede colocar elementos tales como encabezados, párrafos, listas, tablas, etc., mediante el uso de funciones de tecnología reservadas para tal fin. Por el contrario, la codificación de presentación es la indicación de los efectos de formato, como el tipo de letra, el color, el tamaño, la posición, los bordes, etc., los efectos de formato es recomendable realizarlos con elementos como los CSS. Por ejemplo, tenemos el siguiente código:

```
1 <b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL
DEL CANTÓN CUENCA </b>
```

Que está estableciendo un formato de negrita al texto también podemos hacerlo utilizando un CSS:



```

1 p. TextoNegrita {font-weight: bold;}
2 <p class="TextoNegrita">GOBIERNO AUTÓNOMO
  DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN CUENCA <
  /p>

```

De esta forma no se alteraría el formato de las tecnologías de asistencia pudiendo ignorar el CSS.

### 5.1.7 Controles de selección sin agrupar

“Los controles de formulario se pueden agrupar al encerrarlos con el elemento fieldset. Todos los controles dentro de un dado fieldset están relacionados. El primer elemento dentro del fieldset debe ser un elemento legend, que proporciona una etiqueta o instrucciones para el grupo. Fieldsets se puede anidar si se desea, aunque esto puede generar confusión si se exagera.” [18]. Actualmente encontramos así:

```

1 <input id="
  OpenLayers_Control_LayerSwitcher_73_input_753
  " name="
  OpenLayers_Control_LayerSwitcher_73_baseLayers
  " type="radio" value="cuenca_4326" checked=""
  class="olButton">
2 <label class="labelSpan_olButton" style="vertical
  -align:_bottom;">cuenca_4326</label><br>
3 <input id="
  OpenLayers_Control_LayerSwitcher_73_input_754
  " name="
  OpenLayers_Control_LayerSwitcher_73_baseLayers
  " type="radio" value="Parroquias_Urbanas"
  class="olButton">
4 <label class="labelSpan_olButton" style="vertical
  -align:_bottom;">Parroquias Urbanas</label><br>

```

La norma nos recomienda agrupar los option button de la siguiente forma:

```

1 <fieldset>
2 Seleccione una de las siguientes opciones
3 <input id="
  OpenLayers_Control_LayerSwitcher_73_input_753
  " name="
  OpenLayers_Control_LayerSwitcher_73_baseLayers
  " type="radio" value="cuenca_4326" checked=""
  class="olButton">
4 <label class="labelSpan_olButton" style="vertical
  -align:_bottom;">cuenca_4326</label><br>
5 <input id="
  OpenLayers_Control_LayerSwitcher_73_input_754
  " name="
  OpenLayers_Control_LayerSwitcher_73_baseLayers
  " type="radio" value="Parroquias_Urbanas"
  class="olButton">
6 <label class="labelSpan_olButton" style="vertical
  -align:_bottom;">Parroquias Urbanas</label><br>
7 </fieldset>

```

### 5.1.8 Dos encabezados del mismo nivel seguidos sin contenido entre ellos

La norma indica que no pueden existir dos encabezados del mismo nivel si no existe algún texto entre ellos, ya que este no transmite organización y puede confundir a

los usuarios que usan los encabezados para percibir la estructura o confiar en ellos para la navegación.

Actualmente encontramos así:

```

1 <h3 class="ui-accordion-header_ui-helper-reset_ui
  -state-default_ui-state-active_ui-corner-top"
  role="tab" aria-expanded="true" aria-
  selected="true" tabindex="0">
2 <span class="ui-icon_ui-icon-triangle-l-s"></span
  >
3 INDICADORES SENPLADES PDOT
4 </h3>
5 <h3 class="ui-accordion-header_ui-helper-reset_ui
  -state-default_ui-state-active_ui-corner-top"
  role="tab" aria-expanded="true" aria-
  selected="true" tabindex="0">
6 <span class="ui-icon_ui-icon-triangle-l-s"></span
  >
7 Sistema Biofísico
8 </h3>

```

Como podemos observar tenemos dos encabezados de nivel <h3>y no existe ningún tipo de texto entre ellos por lo que debería quedar así:

```

1 <h3 class="ui-accordion-header_ui-helper-reset_ui
  -state-default_ui-state-active_ui-corner-top"
  role="tab" aria-expanded="true" aria-
  selected="true" tabindex="0">
2 <span class="ui-icon_ui-icon-triangle-l-s"></span
  >
3 INDICADORES SENPLADES PDOT
4 </h3>
5 Aquí encontrara los indicadores de senplades
6 <h3 class="ui-accordion-header_ui-helper-reset_ui
  -state-default_ui-state-active_ui-corner-top"
  role="tab" aria-expanded="true" aria-
  selected="true" tabindex="0">
7 <span class="ui-icon_ui-icon-triangle-l-s"></span
  >
8 Sistema Biofísico
9 </h3>
10 O bien eliminar el un encabezado de nivel <h3>

```

### 9. Elementos para tablas de datos en tablas de maquetación

Cuando una tabla de presentación de datos encontramos un elemento <th>ya que estamos tratando de definir una cabecera, se presenta el error debido a que estamos usando elementos de tablas de ingreso de datos en tablas de presentación de datos ejemplo

```

1 <table role="grid">
2 <thead id="tblData_head">
3 <tr role="row">
4 <th id="tblData:j_idt251" class="ui-state-default
  " role="columnheader">
5 <span class="ui-column-title">
6 Categoría
7 </span>
8 </th>

```

El error estar en usar el <th>ya que estamos usando un elemento de una tabla de ingreso de datos lo podríamos declarar solo como un <td> así:

```

1 <table role="grid">
2 <thead id="tblData_head">
3 <tr role="row">
4 <td id="tblData:j_idt251" class="ui-state-default
   role="columnheader">
5 <span class="ui-column-title">
6 Categoría
7 </span>
8 </td>

```

### 5.1.9 Inexistencia de elemento h1

Es un elemento que se usa para transmitir orden y organización un elemento h1 marca el inicio los títulos del formulario de lo que necesitamos tratar.

La página no posee actualmente un elemento h1  
<h1>Consulta de pagos</h1>

### 5.1.10 Elementos "div" simulando párrafos

Los párrafos deben estar definidos por el elemento <P> que es el elemento destinado en HTML para definir párrafos debido a que las herramientas de asistencia están diseñadas para desplazarse por los elementos del código HTML y al encontrar el elemento <div> lo omitirían ya que no es un párrafo por ejemplo el código se encuentra así:

```

1 <div class="TxtPie">
2 <strong>EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE MOVILIDAD,
   TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE CUENCA </strong>
3 <br>
4 <span style="color:rgb(206,206,206)">Carlos Arí
   zaga Toral y Tarquino Cordero / </span>
5 <strong>Teléfono: </strong>
6 <span style="color:rgb(206,206,206)">(593) 07
   2854878/ 2855481/ 2855694<br>Cuenca, Ecuador<
   /span>
7 <br>
8 <strong><a href="http://www.emov.gob.ec">www.emov
   .gob.ec</a></strong></div>

```

Solución:

```

1 <p class="TxtPie">
2 <strong>EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE MOVILIDAD,
   TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE CUENCA </strong>
3 <br>
4 <span style="color:rgb(206,206,206)">Carlos Arí
   zaga Toral y Tarquino Cordero / </span>
5 <strong>Teléfono: </strong>
6 <span style="color:rgb(206,206,206)">(593) 07
   2854878/ 2855481/ 2855694<br>Cuenca, Ecuador<
   /span>
7 <br>
8 <strong><a href="http://www.emov.gob.ec">www.emov
   .gob.ec</a></strong></p>

```

## 5.2 Operable

### 5.2.1 Enlaces sin contenido

Viene ligado a la propiedad alt previamente citada las diferentes tecnologías de asistencia no podrán obtener un nombre para poder interpretar el elemento es decir si damos tab y estamos usando un narrador el narrador no podrá indicar que hace dicha imagen, o bien colocamos un detalle mediante el uso del alt o hacemos que la tecnología de asistencia pueda ignorarlo. Un ejemplo muy aplicado en estos casos es el uso de alt=.

## 5.3 Comprensible

### 5.3.1 Declaración de idioma del documento

Identificar el idioma del documento es importante por una serie de razones [18]:

- Permite que el software de traducción braille sustituya los códigos de control por caracteres acentuados e inserte los códigos de control necesarios para evitar la creación errónea de contracciones de Braille de Grado 2.
- Los sintetizadores de voz que admiten varios idiomas podrán orientar y adaptar la pronunciación y la sintaxis que son específicas del idioma de la página, expresando el texto con el acento apropiado con la pronunciación adecuada.
- Marcar el idioma puede beneficiar el desarrollo futuro de la tecnología, por ejemplo, los usuarios que no pueden traducir entre idiomas podrán usar máquinas para traducir idiomas desconocidos.
- Marcar el idioma también puede ayudar a los agentes de usuario a proporcionar definiciones utilizando un diccionario.

La página no posee la etiqueta de la declaración del idioma <html lang="es"> de esta forma se pondría la página en español.

### 5.3.2 Etiquetado de los controles de formulario

Algunas tecnologías de asistencia no manejan correctamente las etiquetas implícitas (por ejemplo, <label>First name <input type="text" name="firstname"></label>) [18], este error tiene relación con el error previamente citado en este caso existe los labels pero no están correctamente relacionados entre el elemento label y el control text:

```

1 <label for="exampleInputEmail1">Número de Título :
   </label>
2 <input type="text" class="form-control" id="
   titulo" name="titulo" placeholder="#_Título"
   value="" pattern="(\d+(\_)*)*\d+" required="">

```

Solución:

```

1 <label for="_titulo">Número de Título:</label>
2 <input type="text" class="form-control" id="
   titulo" name="titulo" placeholder="#_Título"
   value="" pattern="(\d+(\_)*)*\d+" required="">

```

### 5.3.3 Etiquetas de campos de formulario (LABEL) ocultas visualmente

No debemos ocultar las etiquetas label de los formularios de ingreso de información ya que estos elementos indican que función cumple el elemento, por ejemplo

```

1 <label for="ext-comp-1022" style="display:none;"
   class="x-form-item-label" id="ext-gen41"></
   label>

```

Solución:

```

1 <label for="ext-comp-1022" class="x-form-item-
   label" id="ext-gen41"></label>

```



## 5.4 Robusto

### 5.4.1 Página 'bien formada'

Existen casos en los cuales se hace uso de propiedades que no corresponde a los elementos que tenemos dentro del lenguaje HTML. "Las páginas HTML incluyen una declaración de tipo de documento (a veces denominada DOCTYPE declaración) y son válidas de acuerdo con la versión HTML especificada por la declaración de tipo de documento." [18].

Un ejemplo de este caso sería:

```
1 <body id="Bdy" marginheight="0" marginwidth="0"
  topmargin="0" leftmargin="0">
```

La propiedad topmargin y leftmargin no corresponden al elemento <body>

#### 2. Marcos sin título

Los elementos <Frame> o <iframe> deben contener una etiqueta para identificar el elemento y describir el contenido de esta. Actualmente la página de pagos a proveedores se encuentra de la siguiente forma:

```
1 <iframe src="http://servicios.cuenca.gob.ec/
  anterior/pagosconsulta.php" width="100%"
  height="500"></iframe>
```

Como podemos observar carece de una propiedad que defina el elemento quedando de la siguiente manera:

```
1 <head>
2 <title>Pagos a proveedores</title>
3 </head>
4 <iframe src="http://servicios.cuenca.gob.ec/
  anterior/pagosconsulta.php" width="100%"
  height="500"></iframe>
```

## 6 Conclusiones

Se requiere corregir todas las páginas web de las empresas municipales y servicios de la Ilustre Municipalidad de Cuenca analizadas, por el número de errores, advertencias y puntos no revisados reportados, a fin de cumplir con las directrices de accesibilidad web y mejorar el nivel de cumplimiento de las pautas de accesibilidad web, la Ilustre Municipalidad de Cuenca debe trabajar en la revisión y corrección del código fuente y contenido de sus sitios web.

La adopción de la norma NTE INEN-ISO/IEC 40500 en el Ecuador exige que los contenidos web publicados en sitios web del sector público y privado que presten servicios públicos sean accesibles para el uso de cualquier persona sin importar la edad o discapacidad, laborioso trabajo que los desarrolladores de software deben emprender para cumplir con las directrices de Accesibilidad web y sus niveles de conformidad.

El desafío de la Ilustre Municipalidad de Cuenca es desarrollar e implementar un proyecto que permita cumplir con las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0 en los sitios web de las empresas municipales y de servicios con un nivel de conformidad AA como establece el Reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 288 "Accesibilidad para el contenido web" hasta el 08 de agosto del 2020.

## Referencias Bibliográficas

1. L. Moreno, P. Martínez, and Y. González, "Guía para elaborar documentación digital accesible. Recomendaciones para Word, PowerPoint y Excel de Microsoft Office 2010," 2016.
2. E. S. Berná, "Aprende Accesibilidad Web paso a paso," Aug. 2016.
3. M. Campoverde-Molina, J. Vizñay-Durán, and D. Reyes-Espinosa, "Accesibilidad web en las instituciones de salud de la ciudad de Cuenca. Análisis preliminar," *IV Conferencia Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad (ATICAcces 2016)* ISBN: 978-9978-10-255-8, vol. 1, pp. 125–132, Nov. 2016.
4. CONADIS, "Estadística Personas con Discapacidad.," Aug. 2015.
5. CONADIS, "Información Estadística de Personas con Discapacidad.," May 2018.
6. I. M. de Cuenca, "Proyecto "Cuenca ciudad Digital";" p. 15, Apr. 2016.
7. W3C, "Guía Breve de Accesibilidad Web."
8. C. de Empresarios de Andalucía, "¿Qué es la accesibilidad web?," *España*, 2010.
9. S. L. Mora, "Pautas de accesibilidad al contenido web 2.0 (WCAG 2.0)," tech. rep., España.
10. S. L. Mora, "Niveles de adecuación de WCAG 2.0," tech. rep., España.
11. R. Navarrete and S. Luján, "Accesibilidad web en las Universidades del Ecuador. Análisis preliminar," *Revista Politécnica*, vol. 33, 2014.
12. J. J. Castillo-Valdivieso and A. Martínez-Sánchez, *Herramientas Automáticas para la Accesibilidad Web: Una Aplicación en Campus Universitarios de Excelencia 2010*. Lulu. com.
13. S. L. Mora, "Accesibilidad Web."
14. S. E. d. Normalización, "Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 288 "Accesibilidad para el Contenido Web";" Jan. 2016.
15. P. Acosta-Vargas, S. Luján-Mora, and L. Salvador-Ullauri, "Evaluación de la accesibilidad de las páginas web de las universidades ecuatorianas," *XI Congreso de Ciencia y Tecnología ISSN: 1390-4663*, vol. 11, pp. 181–187, June 2016.
16. M. Campoverde-Molina, "La accesibilidad web. Un reto en el entorno educativo ecuatoriano.," *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, vol. III, pp. 90–98, Dec. 2016.
17. A. V. Piedra, "Análisis y evaluación de resultados," *Ilustre Municipalidad de Cuenca: Proyecto Cuenca ciudad Digital*, p. 5, Aug. 2016.
18. W3C, "Techniques for WCAG 2.0."

# Guía de diseño que permite a los usuarios finales conectar objetos de internet de las cosas (IoT)

Carlos Enrique Encalada Loja<sup>1\*</sup>, Christian Geovanny Guamán Ávila<sup>1</sup> y Luis Miguel Palacios Nugra<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación ITOESS,  
Universidad Católica de Cuenca, Ecuador

\*cencalada@ucacue.edu.ec

## Resumen

El internet de las cosas (IoT), es una plataforma tecnológica que integra hardware, software y los usuarios finales. Esto quiere decir que el IoT está para apoyar decisiones y estrategias en la mejora de productividad y sostenibilidad, a través, de la construcción de todo tipo de solución. El problema que se aborda es cómo construir un diseño IoT, que esté acorde a los requerimientos del usuario final y como el usuario final puede interactuar con los objetos que le permitan la construcción del conocimiento en base a los datos obtenidos de los objetos. En tal sentido, se utiliza la herramienta Mit App Inventor como medio integrador de los objetos en la construcción de soluciones IoT. Mediante una guía de diseño simplificada se demuestra, cómo el usuario final conecta objetos, en el control de temperatura y humedad de una manera intuitiva y humana. Presentando resultados con un ejemplo práctico, en el que se puede observar la convergencia entre plataformas de hardware y aplicaciones móviles, demostrando así su utilidad y fácil construcción para situaciones reales.

**Palabras clave:** Control de Temperatura y Humedad, Diseño IoT, Internet de las cosas (IoT), Mit App Inventor, Usuario final.

## Abstract

*The Internet of Things (IoT) is a technological platform that integrates hardware, software and end users. This means that the IoT helps to support decisions and strategies in improving productivity and sustainability through the construction of all kinds of solutions. The problem is how to build an IoT design, which it is accorded to the requirements of the end user and how the end user can interact with objects that allow the construction of knowledge based on the data obtained from objects. In this sense, the Mit App Inventor tool is used as an integrating means of objects in the construction of IoT solutions. A simplified design guide shows how the end user connects objects in the control of temperature and humidity in an intuitive and human way. It presents results with a practical example, where users can see the convergence between hardware platforms and mobile applications, proving its usefulness and easy construction for real situations.*

**Key words:** Temperature and Humidity Control, IoT Design, Internet of Things(IoT),Mit App Inventor, End User.

## 1 Introducción

El empoderamiento de los usuarios finales para conectar objetos de IoT, en conjunto les permitiría concebir y realizar soluciones de IoT más ajustados a sus realidades. Un desafío radica en diseñar un enfoque simple de desarrollo del usuario final para respaldar la especificación de los requerimientos, que puede salvar la falta de correspondencia en los datos que se intercambian entre los objetos de IoT. Para abordar este desafío, presentamos la Guía de Diseño Simple (GDS) como un enfoque para que los usuarios finales especifiquen tales requerimientos mediante el uso de la programación en bloques concebidos como un rompecabezas, que se convierte automáticamente en un flujo de trabajo ejecutable subyacente. GDS se explica presentando un ejemplo que sirve de referencia para implementar un sistema de objetos IoT conectados. Se muestra como se utiliza la herramienta Mit App Inventor para ayudar a los usuarios finales a desarrollar y probar aplicaciones móviles visualmente e intuitivamente. Este trabajo fue evaluado

desde una perspectiva técnica al construir una aplicación de ejemplo para mostrar la practicidad de GDS.

En el mundo del IoT existen diversos diseños para múltiples propósitos o para ámbitos en específico, la elección de un diseño dependerá de las necesidades y las circunstancias de los usuarios finales. Al igual que existen múltiples diseños también existen una gran cantidad de herramientas y plataformas de software y hardware que permiten diferentes formas de comunicar, almacenar, procesar (análisis) y visualizar los datos, en este sentido GDS se enfoca más en la comunicación, el almacenamiento y visualización de los datos en una red de área local (LAN).

El ejemplo propuesto mide las variables de temperatura y humedad del ambiente, censadas mediante un dispositivo que se conecta a la plataforma de hardware Raspberry Pi para procesar y almacenar los datos. Para que luego el usuario final pueda visualizar la alteración de los valores utilizando la aplicación móvil desarrollado en Mit App Inventor.

El Proceso de Construcción del ejemplo se realizó en cuatro etapas, a saber: Conexión Física (II-B-1), Instalación y Configuración de Materiales (II-B-2), Desarrollo e Instalación de la Aplicación Móvil (III-B-1), Integración de Componentes (III-B-2) y Resultados (IV).

Para armar una solución IoT el usuario final necesita conocimientos básicos en informática y electrónica para ser capaz de utilizar GDS y de esta forma facilitar la implementación de toda la infraestructura de hardware y software que se utiliza en este ejemplo.

## 2 Materiales y Métodos

### 2.1 Materiales

En este diseño simple de IoT, se utiliza varios materiales para construir una solución completamente de hardware y software libre. Entre los componentes necesarios se encuentra la plataforma de hardware Raspberry Pi 3 Modelo B, que permite realizar proyectos de IoT accesibles a cualquier persona por su bajo costo y gran utilización en el mundo. Fue desarrollada y difundida libremente por Raspberry Pi Foundation que es una organización benéfica que trabaja para poner la tecnología digital al alcance de todas las personas [1]. Permitiendo una integración de una amplia gama de sensores y actuadores de múltiples propósitos a través de su hardware (GPIO, Entrada/Salida de Propósito General) y software dedicado que provee la propia fundación Raspberry Pi. La razón fundamental de manejar esta plataforma de hardware libre es por su facilidad de uso y versatilidad [2].

Para comenzar a usar Raspberry Pi es necesario instalar un sistema operativo que permita manipular el hardware, en este ejemplo se emplea Raspbian (sistema operativo de plataformas de hardware abierto). Por defecto Raspberry Pi trae preinstalado una gran cantidad de software para educación, programación y de uso general como la ofimática [1]. Además, existen diferentes sistemas operativos para usos específicos que son compatibles con esta plataforma, por ejemplo, Windows 10 IoT Core para la implementación de soluciones IoT, OSMC. Un gestor de multimedia, RetroPie para videojuegos, entre otros. Algunos de estos se pueden descargar en la página oficial de Raspberry Pi <https://www.raspberrypi.org/downloads/>.

Dentro de estas aplicaciones preinstaladas, está el lenguaje de programación orientado a objetos Python de código abierto. Este lenguaje de programación es aplicado en proyectos IoT, gracias a su extensibilidad facilita la integración de librerías y nuevas funcionalidades en aplicaciones que se pueden desarrollar [3].

Respecto al dispositivo de medición, se utiliza el sensor modelo DHT11 que es capaz de registrar la temperatura y humedad del ambiente, enviando señales digitales a los puertos del Raspberry Pi, esto quiere decir que los valores que mide el sensor están en formato binario de ceros y unos [4].

Para el almacenamiento de los datos que provienen del sensor se utiliza PostgreSQL, que es una Base de Datos

(BD) relacional de código abierto soportado por la comunidad de desarrolladores bajo la filosofía del OpenSource. PostgreSQL posee excelentes características de: fiabilidad, robustez y rendimiento: permite administrar grandes conjuntos de datos sin límite de registros [5]. Para utilizar la BD desde Python se necesita instalar el adaptador Psycopg [6], de tal forma que, admita consultas de los datos previamente registrados.

Con el propósito de lograr la compartición de recursos en la red LAN es necesario utilizar dos herramientas, la primera es Apache un servidor web de código abierto desarrollado por The Apache Software Foundation para sistemas operativos Unix y Windows [7]. La segunda herramienta es PHP, un lenguaje interpretado de código abierto para el desarrollo web del lado del servidor, que se caracteriza por su modularidad, potencia, versatilidad y robustez [8].

Al lado del usuario final se encuentra la aplicación móvil que permite la visualización de los datos almacenados en la BD. El desarrollo se realiza en Mit App Inventor que es una plataforma de uso libre en línea y se puede programar “aplicaciones móviles” para Android de manera visual e intuitiva, permitiendo que incluso niños y niñas puedan programar [9]. Mit App Inventor sigue el concepto de programación orientada a bloques Scratch (es un proyecto que busca fomentar la programación y compartir proyectos interactivos [10]).

La programación se realiza conectando bloques para desarrollar la lógica de la funcionalidad de la aplicación, disminuyendo el tiempo de desarrollo. Esto permite al usuario final centrarse en el diseño de su aplicación y no en la sintaxis y conceptos de lenguajes de programación tradicionales [9] como Java, que de igual manera se utiliza para desarrollar aplicaciones móviles. En este sentido, se puede comparar la programación orientada a bloques con su equivalente en “lenguaje tradicional de programación”. Con esta comparación se percibe que a los programadores les toma más tiempo de aprendizaje y líneas de código para obtener el mismo resultado.

### 2.2 Métodos

Para implementar una solución IoT el usuario final se guía en los métodos empleados para este diseño simple. Empezando con la conexión física de los objetos y posteriormente es necesario realizar la instalación y configuración de las herramientas de software.

#### 2.2.1 Conexión Física de los objetos

Los puertos de la placa Raspberry Pi tiene un esquema de numeración que permite diferenciarlos e identificar la función de cada uno de ellos, esta distribución varía según la versión de la placa. Todos los puertos tienen su respectivo nombre, número y color (ver Fig. 1).

Fig. 1. Esquema de numeración de puertos de la versión raspberry pi 3 modelo b.

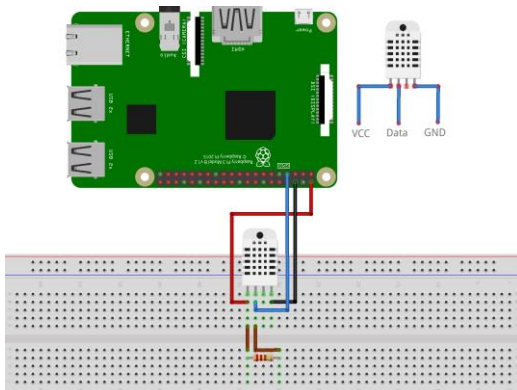
Raspberry Pi 3 Model B (J8 Header)					
GPIO#	NAME			NAME	GPIO#
	3.3 VDC Power	1	2	5.0 VDC Power	
8	GPIO 8 SDAL (I2C)	3	4	5.0 VDC Power	
9	GPIO 9 SCL1 (I2C)	5	6	Ground	
7	GPIO 7 GPCLK0	7	8	GPIO 15 TxD (UART)	15
	Ground	9	10	GPIO 16 RxD (UART)	16
0	GPIO 0	11	12	GPIO 1 PCM_CLK/PWM0	1
2	GPIO 2	13	14	Ground	
3	GPIO 3	15	16	GPIO 4	4
	3.3 VDC Power	17	18	GPIO 5	5
12	GPIO 12 MOSI (SPI)	19	20	Ground	
13	GPIO 13 MISO (SPI)	21	22	GPIO 6	6
14	GPIO 14 SCLK (SPI)	23	24	GPIO 10 CE0 (SPI)	10
	Ground	25	26	GPIO 11 CE1 (SPI)	11
30	SDA0 (I2C ID EEPROM)	27	28	SCL0 (I2C ID EEPROM)	31
21	GPIO 21 GPCLK1	29	30	Ground	
22	GPIO 22 GPCLK2	31	32	GPIO 26 PWM0	26
23	GPIO 23 PWM1	33	34	Ground	
24	GPIO 24 PCM_FS/PWM1	35	36	GPIO 27	27
25	GPIO 25	37	38	GPIO 28 PCM_DIN	28
	Ground	39	40	GPIO 29 PCM_DOUT	29

Attention! The GPIO pin numbering used in this diagram is intended for use with WiringPi / Pi4J. This pin numbering is not the raw Broadcom GPIO pin numbers.  
http://www.pi4j.com

Fuente: The PI4J Project (2018) [11].

La conexión física entre el sensor DHT11 y el Raspberry Pi, se realiza mediante una placa de pruebas (protoboard) facilitando al usuario final la conexión con los puertos GPIO. El sensor posee cuatro puertos, dos se utilizan para alimentarlo, el VCC (Voltaje de Corriente Continua) para la entrada de voltaje positivo; el cable rojo se conecta al puerto número 2 (5.0 VCC); el ground con el voltaje negativo se conecta con el cable negro, para lo cual se usa el puerto número 6 (GROUND). Finalmente, el terminal DATA envía señales digitales mediante el cable azul que está conectado al puerto número 7 (GPIO 7). Además, se requiere de una resistencia de 10k Ohm. En la Fig.2 se observa el esquema de conexión física.

Fig. 2. Esquema de conexión física.



### 2.3 Instalación y configuración de materiales

El usuario final podrá instalar las herramientas ejecutando las instrucciones (apt-get install) mediante la terminal de comandos del sistema operativo. Los paquetes que son necesarios descargar e instalarse requieren de una conexión a Internet.

Configuraciones requeridas:

#### 2.3.1 Sistema Operativo

El Sistema Operativo (SO) utilizado en el ejemplo es Raspbian. El usuario final puede descargar una copia libremente de la página oficial Raspberry Pi Foundation [1] e instalarla en una memoria micro SD (Recomendado de 8GB). Además del SO se almacenará los archivos necesarios para el funcionamiento del ejemplo.

#### 2.3.2 Base de Datos

Luego de la instalación de PostgreSQL se crea un usuario y una contraseña que servirá para el acceso al motor de la BD como servicio. Para gestionar la BD se tiene dos formas de hacerlo: localmente mediante la terminal de comandos o remotamente utilizando un SGBD (Sistema de Gestión de Base de Datos). Una conexión remota requiere modificar un archivo de configuración del motor de la BD localizado en /etc/postgresql/9.6/main/postgresql.conf. En este ejemplo se utiliza el SGBD PgAdmin 4, es una herramienta de administración para PostgreSQL que cuenta con una interfaz gráfica amigable con el usuario.

Cuando se conecta a la BD, a través, de la herramienta de administración PgAdmin, se debe crear una tabla para almacenar los registros, con su respectivo nombre y campos. En este caso se compone de los siguientes campos: id (Permitirá identificar cada registro), temperatura y humedad que guardan los valores que envía el sensor DHT11.

#### 2.3.3 Servidor Web

Para la compartición de recursos en la red LAN, es necesario la instalación del servidor web Apache. Luego se procede a colocar los recursos para que el dispositivo móvil pueda consumirlos. Estos recursos son guardados en la carpeta /etc/www/html/ que crea Apache por defecto.

#### 2.3.4 Scripts

Los scripts son pequeños programas, que contienen una serie de instrucciones escritas en un lenguaje de programación para realizar una acción en específico. El usuario final no está obligado a profundizar en estos scripts para lograr construir una solución IoT. El usuario final se convierte en un integrador de objetos aplicando GDS.

En el desarrollo del ejemplo de una solución IoT, se utiliza un script escrito en PHP llamado "consulta.php", que es el medio de conexión y consulta de la BD. Para lo cual, se requiere instalar y configurar el paquete de PHP especificando la sintaxis para poder utilizar PostgreSQL, esto se realiza modificando el archivo /etc/php5/apache2/php.ini.



Dentro del script “consulta.php” se encuentra la conexión con sus respectivos parámetros de identificación y localización del servidor. También contiene la consulta requerida para solicitar los datos que serán visualizados en la aplicación móvil. Este recurso debe estar guardado dentro de la carpeta que crea por defecto Apache.

El uso del sensor DHT11 requiere de una librería (conjunto de scripts) que provee libremente la empresa Adafruit [12], se puede descargar en la dirección web [https://github.com/adafruit/Adafruit\\_Python\\_DHT](https://github.com/adafruit/Adafruit_Python_DHT). En seguida, se ejecuta el script setup.py para la detección automática de hardware dado que está disponible para varias versiones de la placa Raspberry Pi.

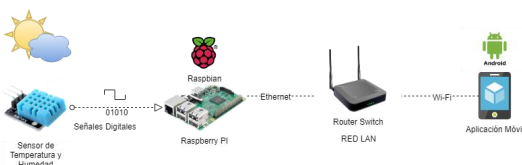
Dentro de la carpeta ejemplos (examples) se encuentran varios scripts, uno de ellos con el nombre simpletest.py, este se utiliza para la lectura e interpretación de datos. Para ello es necesario especificar el GPIO y el modelo de sensor utilizado, en este ejemplo los parámetros son (sensor =Adafruit\_DHT.DHT11, pin=7). Por último, se especifica la conexión de la BD con los mismos parámetros utilizados en el script PHP, mediante el adaptador Pyscopg, que permite el almacenamiento de estos datos en un intervalo de tiempo configurable.

### 3 Diseño Simple IoT

#### 3.1 Descripción GDS

En el diseño IoT, se utiliza distintos dispositivos para medir, almacenar, comunicar y visualizar los datos, en la Fig. 3, se observa de forma simplificada la interacción de estos dispositivos. El ejemplo muestra cómo medir la temperatura y humedad haciendo uso del sensor DHT11, este envía señales digitales hacia el GPIO del Raspberry Pi para luego ser interpretadas por el script Python en valores transformados y entendibles, es decir, grados para la temperatura y porcentaje para la humedad. Estos valores se almacenan en la BD PostgreSQL.

Fig. 3. GDS



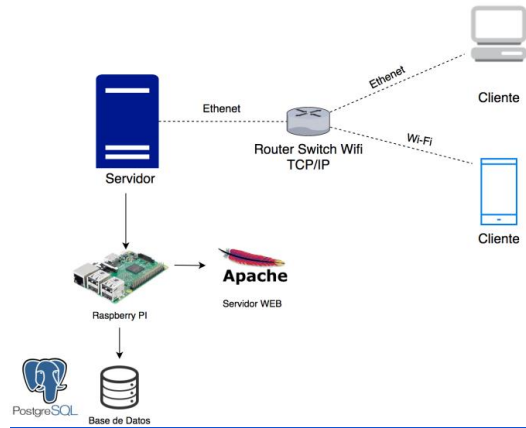
Fuente: Autores

Para la comunicación entre la aplicación móvil y Raspberry Pi se emplea una arquitectura Cliente/Servidor, comprendidos por dos procesos, a saber: 1) el cliente envía una solicitud a través de la red LAN al servidor y espera la respuesta; 2) cuando el servidor recibe la solicitud, realiza la actividad pedida y devuelve un resultado [13].

Al lado del cliente se encuentra la aplicación móvil desarrollada en la plataforma Mit App Inventor, en la programación se encuentra la lógica de funcionamiento

de consumo web. A lado del servidor se encuentran el Raspberry Pi, que otorga los servicios con Apache a través de la red LAN. En este caso la arquitectura Cliente/Servidor permitirá al usuario final consumir los recursos web con el objetivo de visualizar los datos en la aplicación móvil. En la Fig.4 se muestra el modelo Cliente/Servidor aplicado en el ejemplo.

Fig. 4. Modelo de cliente/servidor.

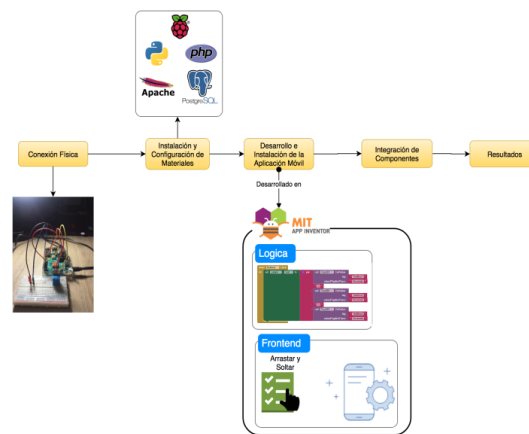


Fuente: Autores

#### 3.2 Construcción de la solución IoT basado en GDS

En el proceso de Construcción como puede verse en la Fig. 5, las dos primeras etapas se han definido en los materiales y métodos, ahora se hace énfasis en el desarrollo de la aplicación móvil y en la integración de los componentes (ver Figura 5).

Fig. 5. Procesos de construcción.



Fuente: Autores

##### 3.2.1 Desarrollo e Instalación de la aplicación móvil en Mit App Inventor

Para acceder a la plataforma Mit App Inventor es tan sencillo como iniciar sesión con una cuenta de Google, simplificando al usuario final todo despliegue del entorno

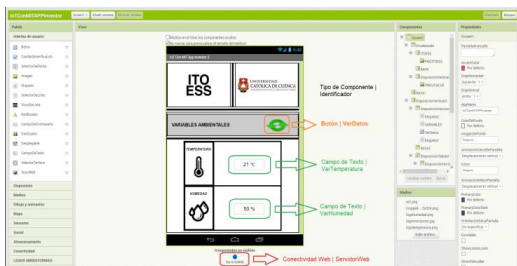
de desarrollo. Una vez dentro de la plataforma se procede a crear un nuevo proyecto, pulsando en “Comenzar un nuevo proyecto”, se coloca un nombre referente a la aplicación y una vez terminado este proceso, se puede comenzar a diseñar y programar.

Mit App Inventor emplea la funcionalidad de arrastrar y soltar (Drag and Drop), tanto en la parte gráfica como en la lógica del desarrollo de aplicaciones móviles. Dentro del entorno de desarrollo se encuentran los componentes separados por categorías, estos pueden ser empleados para desarrollar la interfaz gráfica o añadir más funcionalidades a la aplicación. Cada componente usado en la aplicación tanto visibles como no visibles tienen su propio identificador, y ninguno se puede repetir porque al momento de programar la lógica se necesita hacer referencia hacia un componente en específico.

El diseño de la aplicación móvil se desarrolló con una interfaz gráfica que permite visualizar los valores de temperatura (VarTemperatura) y humedad (VarHumedad), utilizando campos de texto. Además, se añade un botón (VerDatos) que al pulsarlo desencadenará el proceso de consulta.

Los componentes se distribuyen por categorías dentro del entorno de desarrollo del diseñador (ver Fig. 6).

Fig. 6. Entorno de desarrollo del diseñador de mit app inventor.



Fuente: Autores

Para que la aplicación interactúe con el servidor se requiere de un componente no visible de conectividad WEB (ServidorWeb), que proporciona funciones de solicitudes HTTP y sus respectivos métodos. En este ejemplo se utiliza el método GET(Obtener), que permite realizar la consulta a la BD para consumir recursos WEB.

Estos componentes, por sí solos no tienen funcionalidad alguna, debido a que no poseen una lógica programada. Para dar funcionalidad a estos componentes es necesario acceder al entorno de programación de bloques. Antes de comenzar a unir bloques es necesario explicar que el usuario final debe tener una lógica, es decir, entender qué hacen los bloques y cómo deben ser combinados, puesto que cada componente tiene sus propios bloques dedicados y además clasificados por colores y forma (ver tabla 1).

En otras palabras, la programación orientada a bloques se puede comparar con un rompecabezas, porque cada pieza tiene una forma definida que encaja con otros bloques

conectándose de manera correcta, esto ayuda a los usuarios finales sin experiencia previa de programación.

Tabla 1. Función de los bloques de Mit app Inventor según su color y forma.

Color	Bloque	Función
Marrón		Sirve para el control, esto significa que se realiza preguntas y según la respuesta se ejecuta o no otros bloques.
Verde Claro		Se utilizan para la parte lógica por ejemplo la comparación de los números.
Azul		Se utiliza para las operaciones matemáticas como sumas y restas.
Rosado		Maneja el texto, como la unión de palabras o el cambio a mayúsculas.
Celeste		Se utiliza para trabajar con listas. Una lista es una colección de datos con las que se pueden manipular varios elementos a la vez.
Plomo		Se usa para trabajar con los colores y como asignarlos a ciertos componentes.
Naranja		Sirve para utilizar variables, que guardan datos y estos pueden cambiar a lo largo de la ejecución del programa.
Morado		Permite crear bloques dedicados, esto quiere decir que se puede configurar estos bloques según lo que se necesite en la lógica de una aplicación.
Verde Oscuro		Hace referencia a un componente y qué acción realiza, por ejemplo asignar un texto.

Fuente: Autores

El usuario final puede conocer más sobre las funciones de los bloques visitando el sitio web <http://codigo21.educacion.navarra.es/autoaprendizaje/descripcion-de-los-bloques-integrados-de-app-inventor-2/>. La funcionalidad de la aplicación en este ejemplo, se basa en el componente de conectividad WEB, que permite consumir recursos del servidor Apache y que a su vez este realiza la consulta a la BD.

### 3.2.2 Análisis de los bloques y la lógica de la aplicación del diseño.

Los primeros bloques inicializan las variables que utiliza el programa (ver Fig. 7). La variable varHumTem recibe la lista de datos que envía el servidor como respuesta de la consulta a la BD, las variables VarHumedad y VarTemperatura se utilizan para guardar temporalmente los datos que se dividen de la lista. La variable dirección contendrá los parámetros de la consulta de la BD.

Fig. 7. Bloques de Inicialización de variables.



Fuente: Autores

El siguiente bloque es de control (ver Fig. 8), se ejecuta cuando se hace clic en el botón “VerDatos”. Dentro de esta condición se arma la consulta al servidor WEB



especificando en primer lugar el recurso PHP y luego el parámetro “VerDatos”, que permite realizar la solicitud a la BD. Finalmente se llama al bloque dedicado “envío” que remitirá la consulta al servidor (ver fig 9).

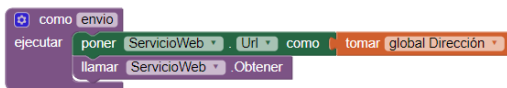
Fig. 8. Bloque de control del botón “VerDatos”.



Fuente: Autores

El bloque “envío” usa el componente “ServicioWeb” para asignar la URL (Localizador de Recursos Uniforme) almacenada en la variable “Dirección”, enviado al servidor la consulta y finalmente obteniendo el resultado usando el método Obtener del componente “ServicioWeb”.

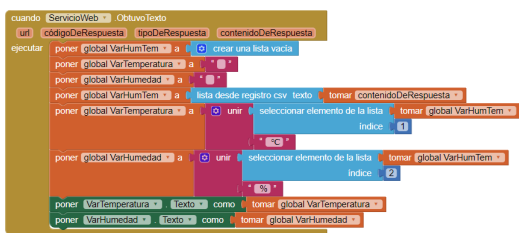
Fig. 9. Bloque dedicado para enviar la consulta.



Fuente: Autores

De igual manera, se utiliza un bloque de control (ver Fig.10), que se ejecuta luego de recibir el resultado de la consulta. En este caso se obtiene una lista de datos, esta lista se encuentra en formato CSV, que significa que cada valor está separado por una coma, por lo tanto, es necesario aplicar un formato para dividir los datos y mostrarlos en los campos de texto de la interfaz gráfica.

Fig. 10. Bloque de control para dar formato a la lista de datos.



Fuente: Autores

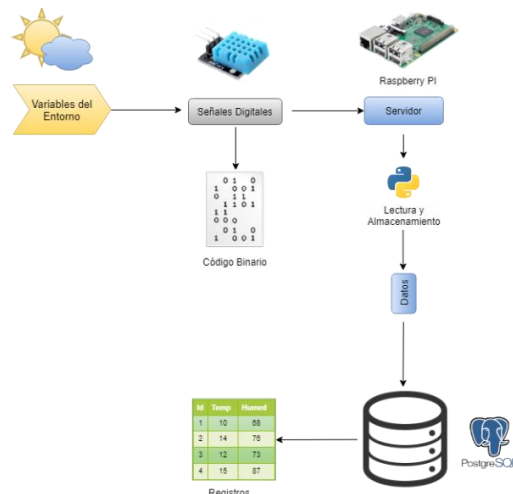
Una vez desarrollada la aplicación, se procede a instalar en un dispositivo móvil Android. Mit App Inventor tiene la facilidad de probar la aplicación utilizando “Mit AI2 Companion” que se encuentra disponible en la tienda de Android (Play Store). También existe la posibilidad de descargar el ejecutable (.APK) a un computador y compartirlo a más usuarios finales.

### 3.2.3 La integración de los componentes y el flujo de la información

En este apartado se detalla cómo se integran los componentes y en paralelo se explica el flujo de la información del diseño IoT propuesto. Como puede observarse en la Fig. 11, partiendo de las variables físicas del ambiente temperatura y humedad, es posible cuantificarlas utilizando el sensor DHT11. Este sensor genera y envía datos en código binario a través del puerto de datos al puerto GPIO del Raspberry Pi. Estos datos serán interpretados y almacenados en la BD por el script desarrollado en Python. Mediante operaciones matemáticas se convierte el lenguaje binario en valores entendibles de grados centígrados y porcentajes respectivamente.

Después de realizar la lectura e interpretación de los datos, el script abre una sesión en la BD utilizando el adaptador Pyscopg entre Python y PostgreSQL, enviando las credenciales requeridas, y a partir de esto se realiza una consulta, insertando un registro con los valores transformados para confirmar los cambios y finalmente cerrar la sesión.

Fig. 11. Esquema del flujo de Información desde el sensor al servidor.



Fuente: Autores

Dentro de la lógica de funcionamiento de la aplicación móvil, contiene la petición para consumir el recurso web “consulta.php”, para esto utiliza mensajes HTTP que permite intercambiar información entre el Cliente y el Servidor en la red LAN (ver Fig. 12).

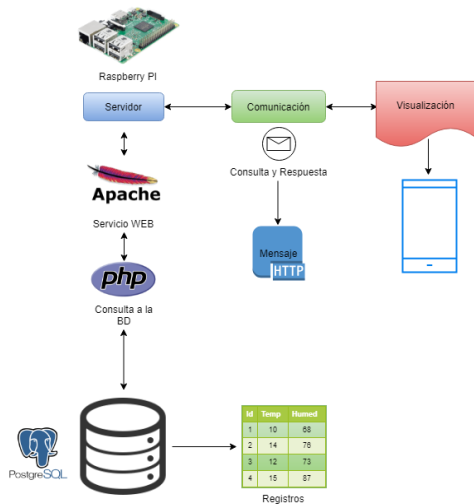
La respuesta del servidor se procesa cuando el script PHP se ejecuta, abriendo una sesión y enviando las credenciales requeridas para la conexión con la BD. Después se realiza la consulta, seleccionando el último registro almacenado, una vez recuperados los valores, son enviados en formato CSV para ser almacenados en la BD.

Cuando la aplicación recibe la respuesta, se aplica un formato que divide los datos y se colocan en los campos de textos de Temperatura y Humedad. Por ultimo el flujo de

información termina permitiendo al usuario final visualizar el último registro que envió el sensor en la interfaz gráfica.

Hay que tomar en cuenta que los registros se irán actualizando según el intervalo de tiempo programado mientras se ejecute el script de Python, por lo tanto, si el usuario final necesita obtener datos actualizados podrá pulsar el botón de la interfaz gráfica para visualizar el último registro repitiendo del flujo de información del lado del cliente al servidor.

Fig. 12. Esquema del Flujo de la Información desde el cliente al servidor.



Fuente: Autores

#### 4 Resultados

El resultado obtenido de la construcción del diseño propuesto, se refleja en el funcionamiento de la aplicación (ver Fig. 13).

Fig. 13. Interfaz gráfica de la aplicación.

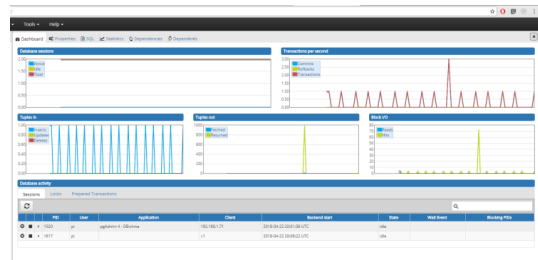


Fuente: Autores

La BD PostgreSQL se encarga del almacenamiento de los datos que envía el sensor. En consecuencia, se genera

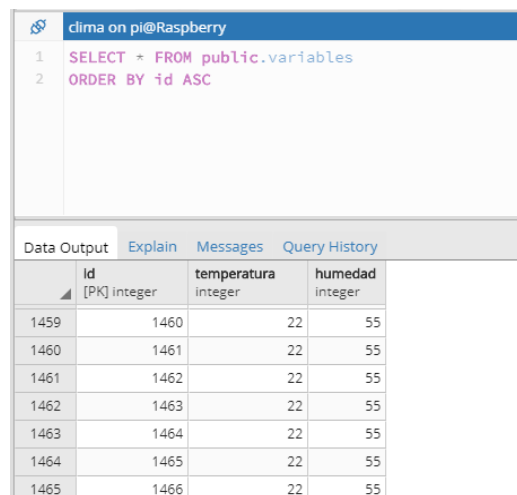
actividad en la BD cuando se guardan o consultan los registros. En la Fig.14 y Fig.15 se observa la actividad y algunos registros almacenados respectivamente.

Fig. 14. Pg admin 4 conectado a la BD de raspberry pi desde una computadora.



Fuente: Autores

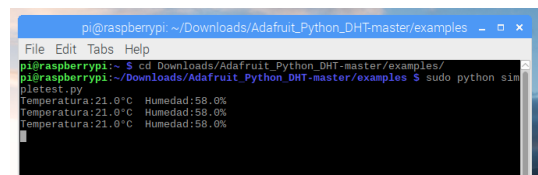
Fig. 15. Consulta de los datos almacenados en PostgreSQL.



Fuente: Autores

En la Fig. 16, se muestra la ejecución del script Python que imprime en la terminal los datos de las variables de Temperatura y Humedad, en un intervalo de dos segundos. Después de imprimir, los datos son enviados para su almacenamiento en la BD.

Fig. 16. Terminal de Comandos de Raspbian mostrando los datos del sensor.

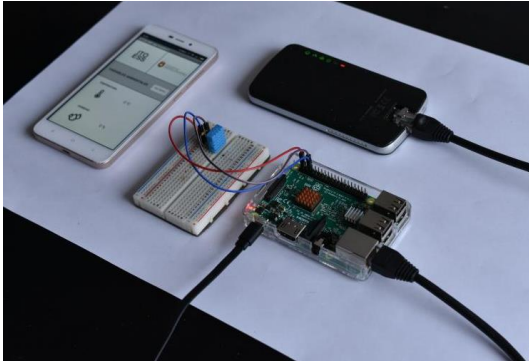


Fuente: Autores

Respecto a la conexión física, se puede observar en la siguiente Fig.17, la implementación del sensor con Rasp-

berry Pi, la red LAN y la aplicación móvil en funcionamiento.

Fig. 17. Diseño IoT funcionando.



Fuente: Autores

## 5 Discusión

Es factible construir una solución IoT aplicando GDS. La implementación GDS favorecería en sectores productivos como el avícola, agrícola o el ganadero. Ayudando a los productores a cuantificar variables como la temperatura y humedad de sus cultivos o del corral de sus animales, permitiendo tener un control de su producción basado en los datos para la toma de decisiones y en consecuencia tener óptimos rendimientos con una mejor calidad en el producto.

En este ejemplo sólo se utiliza dos variables, pero en el mercado existe una gama muy amplia de sensores que pueden medir y comunicar prácticamente cualquier variable como: la ubicación, movimiento, vibración, temperatura, humedad e incluso cambios químicos en el aire. Con objetos conectados que están distribuidos en todo el mundo en equipos industriales, automóviles, medidores eléctricos o en nuestras casas [4].

Esto permite colocar al usuario final en perspectiva de lo valioso que se convierte utilizar tecnología digital en sus procesos productivos, gracias a los datos que se pueden obtener de estos dispositivos IoT. Con la aplicación de arquitecturas más complejas, en ámbitos que requieran de precisión y múltiples variables se puede lograr controlar un entorno sensible a los cambios.

Un concepto de tecnología digital muy importante y común dentro del mundo IoT es BIG DATA, este enfoque se ha popularizado debido al crecimiento de la cantidad de datos en los últimos años con el objetivo de analizarlos y que puedan mejorar muchos aspectos como la optimización del tránsito en grandes ciudades, la reducción del crimen, salvar vidas por desastres naturales o incluso predecir enfermedades en pacientes.

## 6 Conclusiones

GDS es un modelo de diseño simple, que demuestra con un ejemplo la facilidad de implementar soluciones IoT por personas con conocimientos básicos en informática y

electrónica. En consecuencia, los usuarios finales tienen la capacidad de causar un impacto en un ambiente real, entendiendo que las nuevas tecnologías son más accesibles gracias al software y hardware libre, permitiendo construir proyectos asequibles, acorde a los requerimientos del usuario final por sus bajos costos de implementación.

Una herramienta que permite a los usuarios finales implementar soluciones IoT es Mit App Inventor que posee una gran potencialidad en el desarrollo de aplicaciones móviles para proyectos simples o tan complejos como se requiera.

La plataforma Raspberry Pi por su gran abanico de posibilidades para implementar soluciones IoT ofrece al usuario final la posibilidad de interactuar con los objetos debido a la convergencia con aplicaciones móviles siguiendo el proceso de construcción de un diseño simple de forma ágil para solventar una necesidad en concreto.

## Referencias Bibliográficas

1. E. Upton and G. Halfacree, *Raspberry Pi User Guide*. Reino Unido: John Wiley & Sons, 2014.
2. H. Chaudhari, "Raspberry Pi Technology: A Review," 2015.
3. M. F. Scanner, "Python: a programming language for software integration and development," vol. XVII, pp. 57–61, *J Mol Graph Model*, 1999.
4. E. Lledó, "Diseño de un sistema de control doméstico basado en la plataforma Arduino.," p. 19, 2012.
5. J. D. Drake and J. C. Worsley, "Practical PostgreSQL," pp. 3–7, USA: O'Reilly Media, Inc, Jan. 2002.
6. D. Varrazzo, "Pyscopg," 2018.
7. "The Apache Software Foundation," 2018.
8. n. Cobo, "PHP y MySQL: Tecnología para el desarrollo de aplicaciones web," pp. 99–102, España: Ediciones Díaz de Santos, 2005.
9. S. C. Pokress and J. D. Veiga, *MIT App Inventor: Enabling personal mobile computing*. arXiv, Oct. 2013.
10. M. Resnick, "Scratch: programming for all," vol. 52, pp. 60–67, *Communications of the ACM*, Nov. 2009.
11. "Numberin - Raspberry Pi 3 Model B," Apr. 2018.
12. "Adafruit," 2018.
13. A. S. Tanenbaum, "Redes de computadoras," pp. 3–5, México: Pearson Educación, 2003.

# Propuesta de plataforma tecnológica de Internet de las Cosas basada en micro-servicios y orientada a Amazon Web Services

Andrés Octavio Solórzano Criollo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Rentas Internas (SRI)

\*andres\_solorzano85@hotmail.com

## Resumen

En la actualidad, existe una diversidad de proyectos tecnológicos que controlan diferentes tipos de dispositivos electrónicos para un determinado fin, tal es el caso de proyectos como: semáforos inteligentes, casas inteligentes, edificios inteligentes, etc. Todas estas iniciativas son muy importantes, sin embargo, se encuentran aisladas en sus propios ecosistemas de innovación, lo que da como resultado un contexto muy cerrado en temas de investigación y desarrollo que puede llegar a ser muy excluyente entre sí, tal es el caso de proyectos como autos inteligentes y edificios inteligentes. Por este motivo el objetivo del presente documento es intentar reducir esta brecha de innovación mediante el diseño de una plataforma tecnológica de Internet de las Cosas que permita la integración de diferentes tipos de iniciativas las cuales tengan un objetivo en común, la automatización y el control de diferentes tipos de dispositivos electrónicos que incluya un aprendizaje de máquina. Finalmente, y como resultado complementario a la plataforma propuesta, se desea generar un ecosistema de innovación que permita la interacción entre diferentes tipos actores como: la academia, investigadores, desarrolladores, empresas públicas y privadas, etc., los cuales permitan un crecimiento acelerado de la plataforma en cuanto a prestaciones de herramientas y proyectos. Metodologías como arquitectura empresarial, gestión de TI y SOA, pueden ayudarnos a cumplir con este objetivo.

**Palabras clave:** Internet de las Cosas, Computación en la nube, Ecosistema de Innovación.

## Abstract

*At present, there is a diversity of technological projects that control different types of electronic devices for a specific purposes, such as: smart traffic lights, smart homes, smart buildings, etc. All these initiatives are very important, however, they are isolated in their own innovation ecosystems, which results in a very closed context in research and development that can be very exclusive among them, such is the case of projects like smart cars and smart buildings. For this reason, the objective of this document is to try to reduce this innovation gap by the design of an Internet of Things platform that allows the integration of different types of initiatives which have a common goal, automation and control of different types of electronic devices that include machine learning. Finally, and as a complement to the proposed platform, we will be able to create an ecosystem of innovation that allows the interaction between different types of actors such as; academy, researchers, developers, public and private companies, etc., which allow an accelerated growth of the platform in terms of benefits of tools and projects. Methodologies such as enterprise architecture, IT management and SOA, can help us to better meet this objective.*

**Key words:** Internet of Things, Cloud Computing, Ecosystems of Innovation.

## 1 Introducción

En el área ingeniería de software, se enseña a diseñar componentes informáticos reusables, lo cual nos permite implementar componentes de software que podemos utilizar en diferentes tipos de proyectos, tal es el caso de un componente de inicio de sesión, que podemos utilizar en un aplicativo contable, así como también en un sistema de control de inventario. Sin embargo, esto no sucede para los proyectos electrónicos, dado que el desarrollar un componente para una casa inteligente, no implica que pueda ser reutilizado en un proyecto diferente como para un edificio inteligente. Esto dado que los requisitos eléctricos y electrónicos varían de proyecto en proyecto, pero esto no debe ser necesariamente una regla.

Con el apareamiento del Internet de las Cosas, estas barreras entre los sistemas informáticos y electrónicos se rompieron, aunque la balanza se puso más del lado de la ingeniería de software, en donde podemos observar la explotación de proyectos informáticos como IBM Watson que están orientados a la utilización de temas como Big Data, Aprendizaje de Máquina, y la misma Inteligencia Artificial. Otros proyectos, sin embargo, como Google Analytics, están orientados al tema de la Inteligencia de Negocios, la cual emplea su amplia base de datos con los resultados de su motor de búsqueda, con el fin de ayudar a sus usuarios a tomar mejores decisiones.

La pregunta entonces que debemos hacernos es: ¿qué pasó con los proyectos electrónicos, al menos, en aquellos de la región?, y en Ecuador vemos muchos concursos de

robótica, sin embargo, estos concursos están orientados para aficionados de la electrónica, concursos en donde se llevan a cabo temas como las peleas de robots, o incluso retos de robos velocistas los cuales deben llegar a la meta en el mejor tiempo posible, y es aquí donde nace la segunda pregunta: ¿de qué manera nos beneficia esto para el desarrollo tecnológico en el Ecuador?. La respuesta nace en la falta de cubrir necesidades reales en nuestra región, pero también hemos visto proyectos innovadores como el Hand Eyes, que ganó el primer lugar en el concurso “Una idea para cambiar la historia” organizado por el History Channel en el año 2016, con el que se pudo contrarrestar esta problemática.

Pero el problema no termina aquí, dado que gracias a las lecciones aprendidas en el conocido boom de las .COM, los proyectos con componentes electrónicos pueden crecer sin un orden establecido, y como resultado, pueden no estar integrados entre sí, por lo que es necesario nuevos ecosistemas de innovación y alianzas estratégicas que resuelvan este nuevo problema. Tal es el caso de la empresa ecuatoriana SoftProtected, que ganó un concurso del Banco de Ideas en el año 2015 con su proyecto “Semáforo Ecuatoriano”, pero podemos ver en la página Web de la empresa <https://softproted.com/web/offer-2/>, que no se dedica exclusivamente al tema de gestión o control de tránsito en las ciudades, sino que también, a la implantación de proyectos de Facturación Electrónica y de páginas Web que no tienen que ver necesariamente con el tema de su proyecto ganador, y esta es la realidad en muchas empresas en la región, que deben vivir proyectos relacionados a otras áreas para poder sobrevivir.

Por ello, los nuevos emprendimientos tecnológicos, sobre todo los que contienen componentes electrónicos, deben existir en un ecosistema de emprendimiento e innovación que facilite la generación de nuevas ideas, aquellas que cubran una necesidad latente en la región, pero que a su vez puedan coexistir con otras innovaciones. En el siguiente apartado se analiza una posible solución a esta problemática, que aspira integrar la mayor cantidad de proyectos con componentes electrónicos en una única plataforma.

## 2 Arquitectura de la Solución Tecnológica

El Internet de las Cosas (conocido como IoT por sus siglas en inglés), ha tenido una convergencia con otras áreas de innovación tecnológica, tal es el caso del tema de computación en la nube, Big Data y la arquitectura de hardware, las cuales cubriremos a continuación con el fin de poder concluir en una arquitectura general de la solución.

### 2.1 Computación en la nube.

Puesto que hablar de un proyecto de IoT implica que la solución tecnológica deba estar desplegada en una nube que permita un crecimiento proyectado de componentes informáticos que formen parte de la solución final, y que se puedan ir acoplando según convenga. Empresas como Amazon y Microsoft, son dos de las multinacionales que

proveen soluciones para la nube más innovadoras del mundo. Por un lado, se encuentra Amazon Web Services (AWS por sus siglas en inglés), y Azure de la empresa Microsoft. El resultado del estudio de Gartner se encuentra plasmado en el conocido Cuadrante Mágico de Gartner [1] que se muestra a continuación:

**Fig. 1.** Cuadrante mágico de Gartner para el segmento de Infraestructura como Servicio en la Nube. A junio del 2017.



Fuente: Gartner Inc.,  
<https://www.gartner.com/doc/reprints?ct=150519&id=1-2G2O5FC&st=sb>

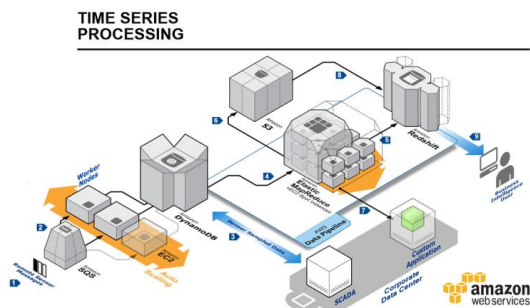
Ambas soluciones tecnológicas, tanto AWS como Azure, tienen propuestas muy interesantes para el segmento de Internet de las Cosas, sin embargo, estas propuestas se centran a la recolección y almacenamiento de datos de los dispositivos electrónicos, desde los diferentes tipos de sensores electrónicos, hasta llegar a sus bases de datos estrellas como son DynamoDB por parte de Amazon, y SQL Server por parte de Microsoft, lo que nos lleva a nuestro siguiente punto de convergencia con IoT: el Big Data.

### 2.2 Big Data

Este concepto ha venido tomado mucha fuerza en los últimos años, tanto así que al hablar de temas como Aprendizaje de Máquina e incluso la mima Inteligencia Artificial, damos por sentado que estas soluciones deben tener un BigData en donde se puedan aplicar algoritmos de búsqueda, exploración y aprendizaje. Y el Internet de las Cosas no es la excepción, dado que es necesario implantar una solución de BigData a un proyecto de IoT donde se pueda almacenar datos diversos generados por una gran cantidad y variedad de dispositivos electrónicos como se muestra en la siguiente figura tomada de una arquitectura de referencia de AWS denominada "Time Series Processing" [2].



**Fig. 2.** Arquitectura de referencia denominada "Time Series Processing" por parte de Amazon Web Services para almacenar datos de IoT en su nube tecnológica.



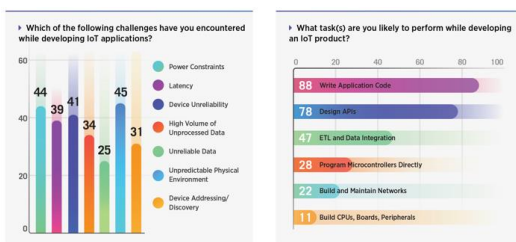
**Fuente:** Amazon Web Services, <https://aws.amazon.com/es/dynamodb/>

Hasta este punto, se ha podido definir el alcance a nivel de componentes informáticos que participarían en una solución de IoT a nivel general. Se puede llegar a cubrir temas como Aprendizaje de Máquina o Inteligencia Artificial, sin embargo, estos temas por su amplitud y contexto, se encuentran fuera del alcance del presente documento.

### 2.3 Arquitectura de Hardware

Ahora es momento de definir un componente de importante de igual manera a la solución propuesta de IoT en el presente documento, y es la arquitectura de hardware. Aquí, los sensores y actuadores definidos para el caso de estudio de este documento que son Casas Inteligentes, deben cumplir con los requerimientos del caso. Es importante mencionar la decisión de tomar al tema de Casas Inteligentes como caso de estudio, y dado a que los desarrolladores de aplicaciones tecnológicas para el segmento de IoT, visualizan a las Casas Inteligentes como un proyecto accesible para poner a prueba sus prototipos para el control de sensores y actuadores en un hogar. La siguiente figura muestra un conjunto de gráficos estadísticos como resultado a una encuesta realizada por parte de la comunidad DZone, a un número definido de desarrolladores y empresas alrededor del mundo con el fin de analizar y publicar sus resultados en unos informes que liberan varias veces al año. La siguiente figura es tomada del informe [3] para el año 2016.

**Fig. 3.** Hallazgos importantes de investigación para el segmento de Internet de las Cosas. Al 2017.

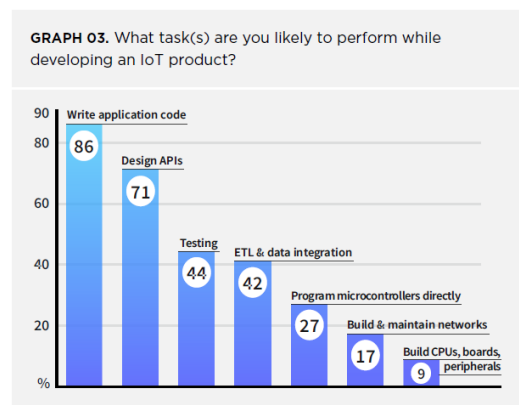


**Fuente:** DZone, <https://dzone.com/guides/iot-applications-protocols-and-best-practices>

En la figura anterior podemos ver en la pregunta 4 que se hace referencia a tipos productos de IoT para Casas Inteligentes, y los ordena de manera descendente por su nivel aceptación en el segmento censado. Esta pregunta nace gracias a la gran aceptación que tienen los proyectos de Casas Inteligentes en el medio tecnológico, y es por esta razón que, para el presente documento, vamos a tomar este proyecto como caso de estudio. Adicionalmente, vemos que los proyectos de IoT a nivel general, comparten los mismo inconvenientes e implicaciones al momento de iniciar este tipo de proyectos, los cuales no son ajenos a la presente arquitectura de solución.

Para los reportes de los años 2017 [4] y 2018 [5], la empresa vuelve a publicar otros artículos en donde el tema de los desafíos o retos latentes al momento de iniciar un proyecto de IoT se mantienen latentes:

**Fig. 4.** Hallazgos importantes de investigación para el segmento de Internet de las Cosas. Al 2018.



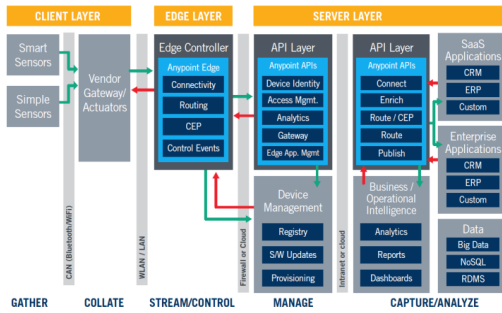
**Fuente:** DZone, <https://dzone.com/asset/download/230332>

### 2.4 Arquitectura de Referencia de Internet de las Cosas

Antes de pasar a la propuesta de arquitectura de IoT, la cual se desea exponer en el presente documento, es necesario analizar una arquitectura de referencia de IoT propuesta por una empresa externa con el fin de comparar los semejantes o diferentes puntos de vista entre las diferentes arquitecturas planteadas, y aprovechar aquellos conceptos sé que mantienen como una base de buenas prácticas. A continuación, se muestra una arquitectura de referencia de IoT de la empresa MuleSoft a cuál analizaremos rápidamente:



Fig. 5. Arquitectura de referencia de IoT por parte de la empresa MuleSoft.



Fuente: DZone, <https://dzone.com/storage/assets/2605430-dzone-internetofthings-2016.pdf>

En la figura anterior, vemos como la empresa MuleSoft divide la arquitectura de IoT en varias capas que salen de los modelos convencionales. Los sensores y actuadores se hallan en una capa denominada cliente, pero hay que recalcar que la data de los dispositivos en concentrada por un componente denominado "Gateway." como se traduce el español. El fin de este dispositivo es centralizar toda la data de los dispositivos electrónicos y enviarlos de manera ordenada y simplificada hacia la nube.

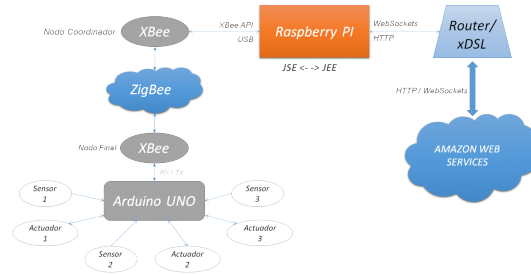
Por otra parte, tenemos a una capa intermedia denominada "Edge." de frontera como se traduce al español. Esta capa básicamente analiza el tipo de mensajes que llegan desde la compuerta o "Gateway" los direcciona correctamente a la siguiente capa.

Finalmente tenemos a la capa de servicios o servidor, que contiene básicamente todos los componentes mencionados anteriormente en este documento, entre otros. Esta capa como vemos en la figura, se encuentra alojada en una nube tecnológica, lo cual indica que los temas analizados anteriormente tienen sentido al momento de diseñar una arquitectura de IoT.

### 2.5 Arquitectura integral de la solución

Hasta el momento hemos revisado los tres grandes componentes tecnológicos que forman la parte principal de cualquier proyecto de IoT. En este punto del documento se van a describir varias figuras como resultado de la arquitectura de la solución para la plataforma propuesta, recordando que nuestro caso de estudio son las Casas Inteligentes para el presente fin, y es por aquí donde vamos a realizar nuestra primera aproximación.

Fig. 6. Arquitectura de referencia de IoT para la parte de sensores y actuadores. Caso de estudio: Casas Inteligentes.

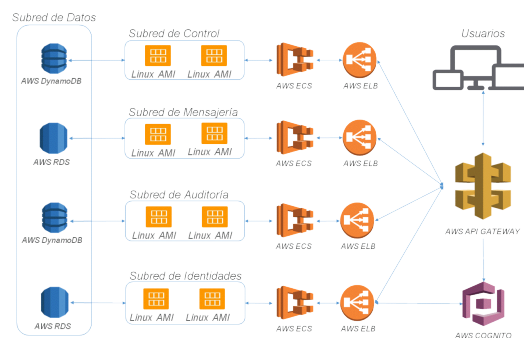


Fuente: Por el autor del proyecto.

En la figura anterior se da un paso adicional a los diagramas de arquitectura convencionales, por lo que se muestran algunas marcas de componentes electrónicos como es el caso del Raspberry PI, que conforma parte denominada concepto de "Gateway." en arquitecturas de referencia de IoT. Por otra parte, este concentrador de información mantiene una comunicación bidireccional con la nube tecnológica de nuestra elección, y que en muchos casos no se indica en las arquitecturas de referencia, como en el caso de MuleSoft, en donde su arquitectura de referencia concentra toda la información de sensores en la nube tecnológica, pero no indica si es necesario encender un actuador como por ejemplo una bombilla eléctrica en la parte de dispositivos. Par nuestra arquitectura propuesta, una de las maneras para lograr una comunicación bidireccional entre los dispositivos y la nube tecnológica, es mediante WebSockets.

Del lado de la nube tecnológica, se mantienen las buenas prácticas de las diferentes arquitecturas de referencia para IoT, sin embargo, existen algunas diferencias. La primera diferencia fue mencionada en el párrafo anterior con el uso de WebSockets para el control bidireccional de dispositivos, lo que implica que exista un componente de mensajería asíncrona del lado de la nube. La segunda diferencia en el uso de una arquitectura orientada a micro servicios, la cual permite segmentar toda la solución tecnológica en pequeñas aplicaciones que me permiten una adecuada escalabilidad en ambientes de nube tecnológica. Estas y otras consideraciones se muestran en la siguiente figura:

Fig. 7. Arquitectura de referencia de IoT para la parte de nube tecnológica.

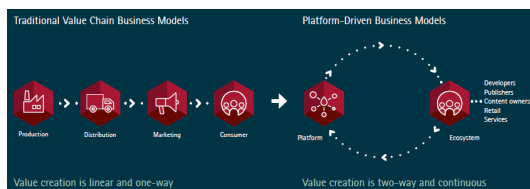


Fuente: Por el autor del proyecto.

Como podemos observar en la figura anterior, se está empleando la nube tecnológica de AWS, dado que aparte de ser la mejor nube posicionada en el cuadrante mágico de Gartner (como vimos en la parte introductoria del presente documento), provee muchos servicios innovadores como plantillas preestablecidas con servicios de red que podemos utilizar para diferentes tipos de proyectos. Además, provee servicios propios para el manejo de cuentas de usuario y de permisos y accesos a recursos compartidos por la solución tecnológica los cuales se están utilizando en el diseño de la arquitectura de IoT que intenta cubrir el presente documento.

Como se había mencionado al inicio de este documento, uno de los objetivos del presente documento es generar un ecosistema de innovación basado en una plataforma de IoT, en la cual, ya hemos establecido su arquitectura de referencia tecnológica en los párrafos anteriores. Sin embargo, esta es solo la parte tecnológica, pero la parte estratégica nace con la meta de integrar diferentes soluciones tecnológicas a esta plataforma. Para este último caso, se va a tomar un estudio realizado por la empresa Accenture [6] en el año 2016, que muestra cómo debe estar constituido este ecosistema basado en plataforma.

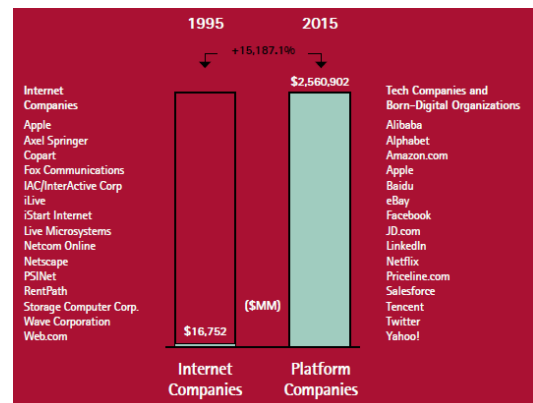
Fig. 8. Economía de la plataforma.



Fuente: Accenture Technology Vision 2016, Reporte en PDF, pagina 42. [6]

Para el propósito del presente documento, la economía de la plataforma como se indica en la figura anterior pretende tomar como base una plataforma y generar a partir de ella un ecosistema de innovación que permita utilizar los componentes existentes en la plataforma con el fin de crear nuevos productos y servicios, logrando así que la plataforma crezca y el ecosistema vuelva a generar un nuevo ciclo de innovación. Esta idea no es nueva, y en el artículo de Accenture se menciona que Apple sería una de las primeras empresas en crear este ecosistema en el año 2009 con su plataforma del AppStore.

Fig. 9. Captura de valor del mercado entre aquellas empresas basadas en Internet, y aquellas que poseen plataformas.

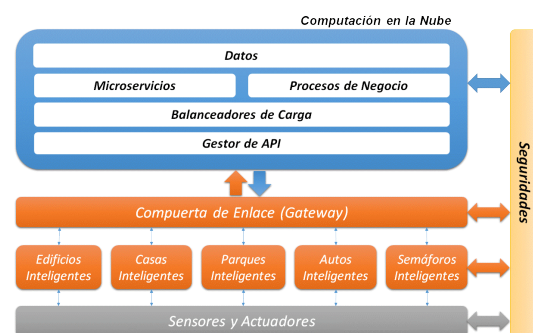


Fuente: Accenture Technology Vision 2016, PDF, pagina 38. [6]

La figura anterior muestra la diferencia en los ingresos producidos por aquellas empresas que se basan en plataformas para el año 2015, y aquellas que se establecieron en el auge del Internet. Se observa además que esta diferencia es muy considerable cuando comparamos contra aquellas empresas tecnológicas que nacieron en el año 1995, y es aquí donde podemos ver la importancia de establecer este ecosistema que permita innovar en nuevos productos y servicios y a su vez permita una buena rentabilidad con el fin de mantener la plataforma funcionando en ciclos indefinidos de investigación, el desarrollo, y la innovación (I+D+i).

Para finalizar, la meta final es lograr que otros proyectos con componentes tecnológicos que pretendan controlar y gestionar dispositivos electrónicos, puedan enlazarse y formar parte de esta plataforma de IoT con el fin de promover nuevos productos y servicios para la comunidad. La siguiente figura demuestra la visión de arquitectura que queremos lograr una vez implementado el presente proyecto.

Fig. 10. Visión de arquitectura para una plataforma de IoT que incluye varias iniciativas tecnológicas.



Fuente: Por el autor del proyecto.

## 2.6 Abreviaturas y acrónimos

1) **IoT**: Internet of Things.

2) **AWS:** Amazon Web Services.

### 3 Conclusiones

A continuación, se describen algunas conclusiones para el presente documento:

- 1) Se diseñó una arquitectura de referencia para proyectos orientados a Internet de las Cosas. Esta propuesta se basó en arquitecturas publicadas por otras empresas como una referencia para el tema de IoT. Sin embargo, se centró principalmente en la arquitectura propuesta por la empresa MuleSoft, dado que ésta arquitectura cubre muchos aspectos importantes de una solución general de IoT, y no se basa en productos propios de la empresa como insumos para poder implementar dicha arquitectura.
- 2) Se estableció una visión de arquitectura para la implementación de un ecosistema orientado a plataforma con el objetivo de poder integrar otras iniciativas tecnológicas existentes en el medio. Para lograr esta visión, se basó en un informe realizado por la empresa Accenture que establece una tendencia tecnológica denominada "Economía de la Plataforma". Adicionalmente, esta misma empresa publica en su informe de tendencias tecnológicas para el año 2017 nuevos indicadores que sostienen el hecho de ir más allá de la creación de economías basadas en plataformas, a la generación de valor a través de servicios combinados entre proveedores y clientes, creando un ecosistema digital que provee parte de sus procesos de negocio como estrategia subyacente a las plataformas.

Fig. 11. Tendencia 2, Ecosistemas, más allá de las Plataformas



Fuente: Accenture Technology Vision 2017, PDF, pagina 44. [7]

Con esto último podemos concluir entonces, que según el estudio realizado por la empresa Accenture en los años 2016 y 2017 (Accenture, Technology Vision 2017., 2017), las empresas que promuevan ecosistemas basados en plataformas, son propensas a generar nuevos ecosistemas basados en la digitalización de sus procesos de negocio hacia proveedores y clientes con el fin de generar más valor del obtenido solo con el uso de las plataformas.

3) Se visionó una arquitectura integral de IoT (figura 10) la cual permitirá la inclusión de proyectos como; edificios inteligentes, semáforos inteligentes, carros inteligentes, etc., los cuales podrán acoplarse de una manera objetiva

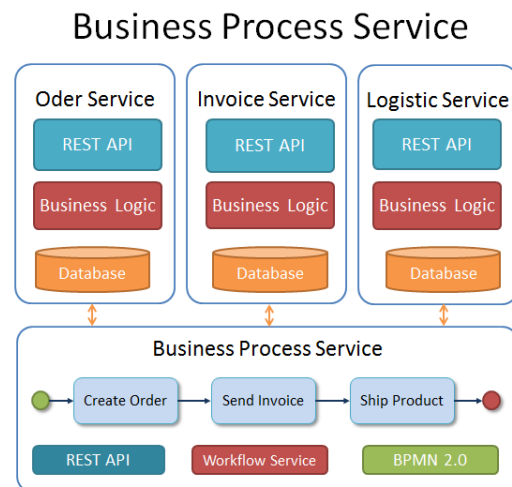
y estratégica a esta nueva plataforma de IoT planteada en el presente documento.

### 4 Recomendaciones

A continuación, se describen algunas recomendaciones basadas en el actual estudio:

- 1) Para la implementación de una arquitectura orientada a micro-servicios, se recomienda utilizar un motor de procesos de negocios que permita orquestar las llamadas a los servicios de negocio. Para el caso del presente documento, el motor de procesos de negocio debe ejecutar algunas reglas de negocio antes y después de operar con los dispositivos electrónicos, procesos como la auditoría de la operación y el acceso al control de dichos dispositivos. A continuación, se muestra una figura para este planteamiento [8]:

Fig. 12. Arquitectura de Servicios de Procesos Empresariales

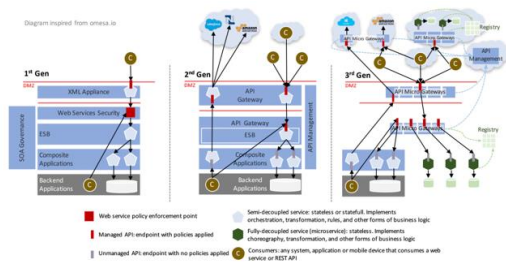


Fuente: <https://dzone.com/articles/microservices-verticals-and-business-process-manag>

De esta manera, si el proceso cambia en el tiempo, se disminuye el impacto en el desarrollo de actualizaciones de software en los servicios, y más bien se modifica el flujo del negocio para que llame según convenga a los nuevos y existentes servicios de negocio.

2) Se recomienda utilizar un componente conocido con el nombre de API Gateway para arquitecturas orientadas a micro-servicios. Este tipo de componentes permiten gestionar el ciclo de vida de los API o puntos de accesos Web que permiten la interacción con las aplicaciones internas a la plataforma, con aquellas desarrolladas por terceros [9]:

**Fig. 13.** 3rd-Generation API Management: From Proxies to Micro-Gateways.



Fuente: <https://dzone.com/articles/microservices-verticals-and-business-process-manag>

De esta manera podemos aprovechar la interacción de la comunidad que forma parte del ecosistema basado en plataforma, con las herramientas y aplicaciones existentes en la misma plataforma.

### Referencias Bibliográficas

1. G. Inc., "Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service, Worldwide.," 2017.
2. A. W. S. Inc, "Amazon DynamoDB.,"
3. D. Inc, "Internet of Things," 2016.
4. D. Inc., "Internet of Things – Protocols and Best Practices.," 2017.
5. D. Inc., "Internet of Things – Harnessing Device Data.," 2018.
6. Accenture, "Technology Vision," 2016.
7. Accenture, "Technology Vision 2017.," 2017.
8. D. Inc., "Microservices, Verticals, and Business Process Management.," 2016.
9. O. Corp., "3rd-Generation API Management: From Proxies to Micro-Gateways.," 2017.



# Cumplimiento de la política de seguridad: una revisión descriptiva

## Security policy compliance: a descriptive review

Gabriela Montesdeoca Vásquez<sup>1\*</sup> y Francisco Bolaños Burgos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Postgrado, Universidad Espíritu Santo - Ecuador

\*gmontesdeocav@uees.edu.ec

### Resumen

En el presente artículo, se realiza una revisión descriptiva de los estudios existentes en la literatura sobre el cumplimiento de las Políticas de Seguridad de la Información desde el año 2007 hasta el 2016, con base en lo propuesto por los autores Herath y Rao [1], analizando los determinantes organizacionales, ambientales y de comportamiento. Esta revisión encontró 10 estudios que cumplen con los criterios de inclusión. Los resultados evidencian que los estudios se han realizado principalmente en Norteamérica (60 %), con un promedio aproximado de publicación de uno por año. En cuanto a los determinantes, no hay estudios previos que analicen la relación entre: (a) probabilidad y severidad percibida sobre violación a la seguridad con el determinante nivel de preocupación sobre violación a la seguridad, (b) eficacia de la respuesta con actitud frente a las Políticas de Seguridad y (c) compromiso organizacional con eficacia de la respuesta e intención de cumplimiento de las Políticas de Seguridad. Las contribuciones sugieren importantes implicaciones prácticas en la gestión de Seguridad de la Información como la concientización eficiente de las Políticas de Seguridad a los empleados, dado que no se han evidenciado este tipo de estudios en el contexto ecuatoriano.

**Palabras clave:** cumplimiento de la política de seguridad, determinante, empleado, factor ambiental, factor de comportamiento, factor organizacional.

### Abstract

*In the present study, a descriptive review of existing studies in the literature on the Information Security Policy compliance from 2007 to 2016 was carried out, based on Herath and Rao [1], analyzing the organizational, environmental and behavioral determinants. This review found 10 studies meeting its inclusion criterion. As result, most of the studies took place in North America (60%), with a publication rate approximately of one per year. Regarding the determinants, there are not previous studies that analyze the relationship between: a) probability and perceived severity of security breach with security breach concern level, (b) response efficacy with Information Security Policy attitude and (c) organizational commitment with response efficacy and Information Security Policy compliance intention. The contributions suggest important practical implications in the Information Security management as Security Policies awareness to employees due to the fact that this type of studies has not been evidenced in the ecuadorean context.*

**Key words:** security policy compliance, determinant, employee, environmental factor, behavioral factor, organisational factor.

## 1 Introducción

La Seguridad de la Información (SI) se ha convertido en una parte crítica para las organizaciones [2], dado que los incidentes de SI se han incrementado significativamente [3]).

En este sentido, algunos autores concuerdan que la mayor parte de estos incidentes ocurren por negligencia de los empleados [4–7], a causa de no cumplir con las Políticas de Seguridad de la Información (PSI) [8], lo que ha generado una creciente investigación sobre su cumplimiento por parte de los empleados [8–11].

Por ese motivo, el objetivo de la presente revisión es identificar los determinantes que influyen en el cumplimiento de las PSI delimitado mediante el análisis de los

estudios empíricos sobre su cumplimiento en las organizaciones. En particular, se basará la revisión en los factores organizacionales, ambientales y de comportamiento propuestos por los autores Herath y Rao [1], que se fundamentan específicamente en 5 teorías como: General Deterrence Theory (GDT), Protection Motivation Theory (PMT), Theory of Planned Behaviour (TPB), Decomposed Theory of Planned Behaviour (DTPB) y Organisational Commitment (OC); debido a que son de vital importancia para la gobernanza de la SI.

## 2 Metodología

En la presente investigación se realizó una revisión cualitativa de los estudios sobre el cumplimiento de las PSI en



las organizaciones. A su vez, el alcance de la investigación fue descriptiva – exploratoria, considerando la metodología de Kitchenham (Kitchenham, 2004). Para garantizar la relevancia de la investigación, los estudios fueron escogidos de acuerdo a la calidad dada por el ranking de las revistas, tal como lo sugiere Levy y Ellis [12].

### 2.1 Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los determinantes que influyen significativamente en la intención de cumplir con las PSI en el contexto organizacional basado en el modelo de los autores Herath y Rao [1]?

### 2.2 Proceso de búsqueda

El proceso consistió inicialmente en una búsqueda manual exhaustiva sobre el cumplimiento de la Política de Seguridad (PS) y así evidenciar los términos relevantes y alternativos sobre esta temática, como los autores que más destacan. Por consiguiente, se definieron las palabras claves en el idioma inglés, debido a que se identificó la mayor cantidad de investigaciones publicadas en este idioma.

Posteriormente, se utilizaron las ecuaciones descritas en la Tabla 1 para la base de datos Scopus. Asimismo, para garantizar la inclusión de estudios realizados en Latinoamérica, se analizaron investigaciones en las bases de datos Scielo y Redalyc. Es preciso indicar que estas ecuaciones fueron planteadas por los autores respectivamente.

### 2.3 Criterios de Inclusión y Exclusión

Para limitar los resultados se utilizaron los siguientes criterios de inclusión: (a) estudios que en el título, resumen y palabras claves incluyan algún término de la pregunta de investigación, (b) investigaciones empíricas cuyos modelos hayan evaluado el cumplimiento de las PSI en las organizaciones y (c) determinantes y misma relación detallados en la Tabla 2.

Los criterios de exclusión se basan principalmente en: (a) estudios fuera del periodo establecido 2007-2016, (b) estudios que en el título, resumen y palabras claves incluyan algún término no relacionado al cumplimiento como violación a la PS, omisión o abuso de comportamiento, (c) usuarios que no son empleados, (d) fuentes documentales como libros o reportes y (e) artículos que no se encuentran indizados en las bases de datos Scopus, Scielo y Redalyc.

### 2.4 Proceso de Selección de estudios

El conjunto de actividades sobre el proceso de selección de estudios y sus resultados se muestran en la Fig. 1. Para gestionar y depurar los artículos a seleccionar, se utilizó la herramienta Mendeley.

Primero, los artículos fueron revisados basados en los términos que más se ajusten en el título, resumen y palabras claves de acuerdo a la pregunta a responder en la presente revisión, por los dos autores de forma independiente. Es decir, los artículos eran seleccionados, siempre y cuando

los dos autores estuvieran de acuerdo. Sin embargo, para los artículos que fueron relevantes únicamente para uno de los autores, se realizaron sesiones de trabajo entre los autores para llegar a un consenso de inclusión o exclusión del estudio. Consecutivamente, el contenido de los artículos fue analizado y en relación con las referencias de estos, se realizó una búsqueda manual y fueron incluidos otros artículos que se identificaron como pertinentes en la revisión. Por otro lado, se evidenciaron ciertos estudios con la misma unidad de análisis y hallazgos. De modo que se descartaron los artículos duplicados y se seleccionaron los más recientes.

A su vez, se analizaron los determinantes de cada estudio con su significado, contrastando su definición con el estudio de los autores Herath y Rao [1], debido a que se constató que en otros estudios utilizaban un nombre diferente para describir al mismo determinante. Asimismo, se confirmó su definición con el estudio de los autores Sommestad, Hallberg, Lundholm y Bengtsson [13].

### 2.5 Proceso de calidad de los estudios

Se propone el uso de un Check list que contribuya a una adecuada interpretación de los resultados obtenidos de la revisión (Kitchenham, 2004). De hecho, Kitchenham y Charters [14] sugieren que se pueden desarrollar considerando las diferentes etapas de un estudio empírico como: (a) diseño, (b) metodología, (c) análisis y (d) conclusiones. En definitiva, los criterios de calidad se basaron en lo propuesto por estos autores respectivamente.

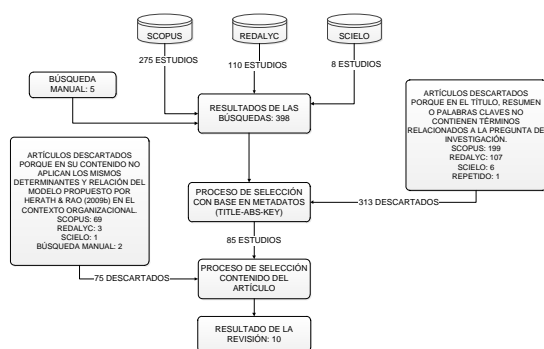
**Tabla 1.** Ecuaciones de búsqueda en base de datos Scopus, Redalyc y Scielo

Búsqueda	Ecuaciones de búsqueda	Base de datos
1	(TITLE-ABS-KEY (compliance) AND TITLE-ABS-KEY (security) AND TITLE-ABS-KEY (policy) AND TITLE-ABS-KEY (employees) AND TITLE-ABS-KEY (behavior)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI"))*	Scopus
2	Information security behavior	Redalyc
3	information security behavior AND subject_area:(Applied Sciences."Engineering") wok_subject_categories:(computer information systems")	Scielo

**Nota:** \* AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2011) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2010) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2009) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2009) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2008) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2007)).

**Tabla 2.** Determinantes y teorías del modelo de los autores Herath y Rao [1]

Código	Determinante y relación	Teoría usada
R01	Actitud frente a la PS → Intención de cumplimiento de la PS	TPB, DTPB, PMT
R02	Severidad percibida sobre violación a la seguridad → Nivel de preocupación sobre violación a la seguridad	PMT
R03	Probabilidad percibida de violación a la seguridad → Nivel de preocupación sobre violación a la seguridad	PMT
R04	Nivel de preocupación sobre violación a la seguridad → Actitud frente a la PS	PMT
R05	Eficacia de la respuesta → Actitud frente a la PS	PMT
R06	Costo de respuesta → Actitud frente a la PS	PMT
R07	Auto-eficacia → Actitud frente a la PS	TPB, DTPB, PMT
R08	Auto-eficacia → Intención de cumplimiento de la PS	TPB, DTPB, PMT
R09	Disponibilidad del recurso → Auto-eficacia	DTPB
R10	Severidad del castigo → Intención de cumplimiento de la PS	GDT
R11	Certeza en la detección → Intención de cumplimiento de la PS	GDT
R12	Norma subjetiva → Intención de cumplimiento de la PS	TPB, DTPB
R13	Norma descriptiva → Intención de cumplimiento de la PS	TPB, DTPB
R14	Compromiso organizacional → Eficacia de la respuesta	OC
R15	Compromiso organizacional → Intención de cumplimiento de la PS	OC

**Fig. 1.** Proceso de búsqueda y selección de estudios.

A continuación, se detallan los criterios de calidad utilizados:

- EC1.** Los objetivos están claramente establecidos.
- EC2.** Los métodos de recolección de datos están adecuadamente descritos.
- EC3.** Los métodos estadísticos están descritos.
- EC4.** Se responden a todas las preguntas del estudio.

El proceso de puntuación fue en la escala de S (Si) = 2, P (Parcialmente) = 1 y N (No) = 0; y cada autor evaluó la calidad de los artículos de forma independiente. Es importante mencionar que cuando había un desacuerdo entre las puntuaciones dadas, se discutían los criterios hasta

llegar a un consenso entre los tres revisores, pero en un 90 % no hubo desacuerdos. Como resultado, los artículos elegidos que cumplieron con estos criterios se los puede ver en la Tabla A1.

## 2.6 Proceso de Recopilación de datos

Los datos recabados de cada estudio seleccionado incluyeron: (a) título, (b) nombre de la revista, (c) autor (es), (d) año, (e) tamaño de la muestra, (f) país donde se realizó el estudio, (g) resultados, (h) técnica estadística y (i) ítems de las encuestas; los mismos que fueron registrados mediante la aplicación Microsoft Excel para su posterior análisis.

## 3 Resultados

Se seleccionaron 10 artículos en la presente revisión. De acuerdo con la Fig. 2, desde el año 2007 se tiene como promedio 1 artículo publicado por año y se destacan los años 2009 y 2010 con mayor número de publicaciones.

En cuanto a las revistas donde se publicaron estos estudios, predominan las siguientes: (a) Information & Management, (b) Computers & Security y (c) Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences, representadas en un 60 %, ver Fig. 3.

Acerca de las implicaciones en la ejecución del instrumento, se expone que estos determinantes y su misma relación han sido estudiados principalmente en Norteamérica, mostrado en un 60 % y en menor proporción en el Noreste de Europa y Suroeste de Asia, comprendido en un 20 % respectivamente, ver Fig. 4. La cantidad de participantes, se encuentran mayormente en el rango de 300 a 500 empleados, interpretado en un 40 %.

Del mismo modo, la técnica estadística básicamente utilizada es Variance-SEM en un 70 %. Por el contrario, la técnica menos utilizada es el Covariance-SEM mostrado en un 20 %, ver Fig. 5. Por último, los resultados de los estudios empíricos y su relación con los determinantes se muestran en la Tabla ??.

En consecuencia, los resultados de la presente investigación revelan que no hay estudios previos que analicen la relación entre: (a) probabilidad y severidad percibida sobre violación a la seguridad con el determinante nivel de preocupación sobre violación a la seguridad, (b) eficacia de la respuesta con actitud frente a la PS y (c) compromiso organizacional con eficacia de la respuesta e intención de cumplimiento de la PS.

En referencia a la teoría de mayor uso para explicar el cumplimiento de las PSI en las organizaciones, con base en los determinantes estudiados en la presente revisión, se encuentra el TPB [15–18]. Por el contrario, entre las menos utilizadas se encuentran: Rational Choice Theory (RCT) [16] y Social Cognitive Theory (SCT) [17].

## 4 Discusión

Los hallazgos de la revisión muestran que los factores organizacionales, precisamente el compromiso organizacional y su relación con eficacia de la respuesta, así como la

intención de cumplimiento de la PS, han sido escasamente estudiados. De hecho, los autores Njenga [19] y Somestad y otros [13], concuerdan que la única publicación que analiza este determinante y esas relaciones, es el de los autores Herath y Rao [1].

De donde se infiere que esta situación, se debe a la complejidad de evaluar adecuadamente el compromiso organizacional. Por lo cual, los autores Meyer y Allen [20] resaltan que es imprescindible incluir en el análisis las variables como: el estado emocional de pertenecer a la organización (compromiso afectivo), costo percibido de renunciar (compromiso continuo) y la obligación de permanecer en la misma (compromiso normativo), dado que contribuyen a medir con claridad este constructo independientemente. En este mismo sentido, Dugo [21] y Stanton, Stam, Guzman y Caldera [22], sostienen que mientras mayor sea el compromiso organizacional es menos probable que los empleados tengan comportamientos no seguros o contraproducentes, es decir que la intención de cumplimiento de las PSI dependerá del alto nivel de compromiso organizacional que tengan los empleados [1].

En relación con los factores ambientales, los efectos de disuasión tienen dos características relevantes que contribuyen a su efectividad como la certeza de la detección y la severidad del castigo [23]. Sin embargo, en el estudio de los autores Herath y Rao [1], solamente la certeza en la detección influye significativamente en la intención de cumplimiento de la PS. Esto señala que, si los empleados creen que hay una alta probabilidad de que sean descubiertos si violan dichas políticas, ellos con certeza las cumplirían. A su vez, este hallazgo es consistente con otro estudio de los mismos autores [24].

Como se afirmó en el párrafo anterior, la severidad del castigo no influye significativamente en la intención de cumplimiento de la PS [1], lo cual es contrario a lo esperado, con base en el GDT [25]. Aunque, es importante destacar que este hallazgo concuerda en gran parte con otros estudios [24, 26]. Es probable que, este resultado corresponda a un bajo nivel de percepción de la severidad del castigo por parte de los participantes. En este sentido, posiblemente los empleados desconozcan acerca de las sanciones a las cuales estarían sujetos por no cumplir con las PSI, por tanto, no influye. De ahí que, entre los trabajos futuros se sugiere incorporar otras variables para determinar con más precisión este hallazgo, como las normas personales que se ha evidenciado que tienen una influencia moderadora sobre este determinante [27].

Asimismo, otro de los factores ambientales es la disponibilidad del recurso que en el estudio de los autores Herath y Rao [1] se encontró un impacto significativo en la auto-eficacia y este hallazgo coincide con el de los autores Pahnla, Siponen y Mahmood [28]. Esto sugiere que si los empleados tienen acceso a recursos facilitadores desarrollan mayor su habilidad para desempeñar acciones seguras.

Por lo tanto, la literatura propone la implementación de programas de concientización debido a que aportan significativamente a la auto-eficacia [29] y en consecuencia, en el cumplimiento de la PS [27]. En contraste con Lee, Lee y Yoo [30], quienes sostienen que los programas de concientización no influyen en la auto-eficacia. Este resultado puede deberse, a que este recurso, por sí solo no aporta al cumplimiento de las PS y es relevante considerar de forma integral los recursos facilitadores como: disponibilidad y claridad de la PS, disponibilidad de la mesa de ayuda y concientización en temas de seguridad mediante boletines, afiches, mensajes de correo electrónico, entre otros [1].

Fig. 2. Artículos seleccionados publicados por año.

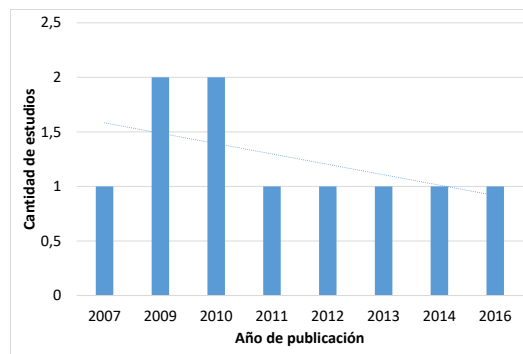


Fig. 3. Artículos seleccionados publicados por revistas científicas.

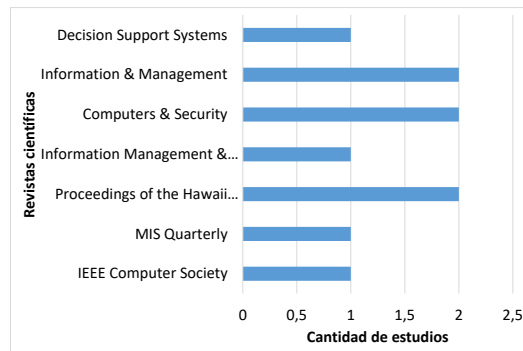


Fig. 4. Artículos seleccionados por ubicación.

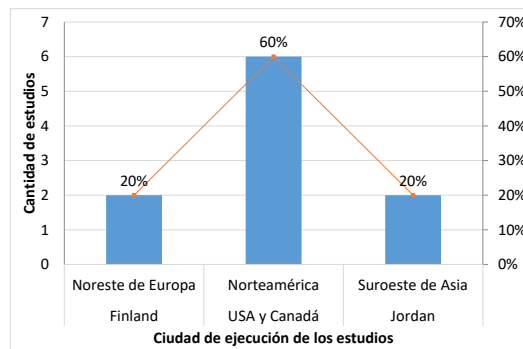
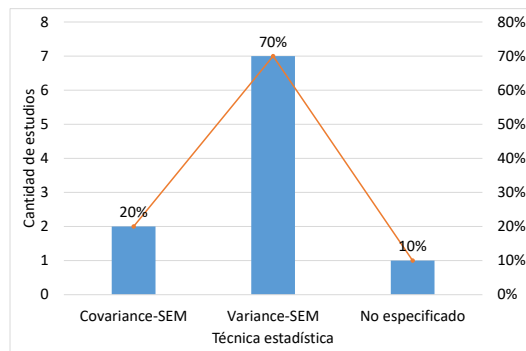


Fig. 5. Artículos seleccionados por técnica estadística empleada.



Prosiguiendo con el análisis, la influencia social que está dada por las normas subjetivas y descriptivas, influye significativamente en la intención de cumplimiento de la PS [1]. En particular, las normas subjetivas, que se basan en las expectativas de la alta dirección, jefes, colegas, departamento de Seguridad Informática y otros expertos en esta rama, influyen en el comportamiento de los empleados. Este hallazgo es consistente con otros estudios [8, 15, 16, 24, 28, 31]. Aunque, los autores Zhang y otros [18] no sustentan la relación significativamente. De hecho, están convencidos que se debe a los años de experiencia de los participantes en su estudio, debido a que tenían más de 6 años en la organización. A causa de que la literatura sugiere que este determinante deja de influir significativamente en el tiempo [33].

Ante la objeción propuesta, se analizaron los otros estudios seleccionados que contribuyen significativamente en esta relación y se destaca que, en mayor proporción en uno de los estudios, se encontraban participantes entre 1 a 5 años de experiencia. No obstante, en dos estudios, el rango de años de experiencia de los participantes se encuentra entre 5 y 8 años respectivamente. Con base en esta evidencia, se sugiere como trabajo futuro que se analice el determinante basado en dos grupos, los que tienen menos y más años de experiencia laboral en la organización; y verificar sus diferencias apoyados en lo sugerido por la literatura.

En cuanto a las normas descriptivas, que se define cuando el comportamiento de un empleado frente a la PS, se basa en el de los demás; también influyen en la intención de su cumplimiento [1] y en otro estudio de los mismos autores se confirma este hallazgo [24]. A su vez, el resultado es consistente con la teoría TPB [34].

Finalmente, entre los factores de comportamiento se encuentra la actitud frente a la PS que en el estudio de los autores Herath y Rao [1] no influye significativamente en la intención de cumplimiento. Este hallazgo, es contrario al esperado con base en el PMT [35]. En efecto, en otros estudios relacionados se demuestra un impacto significativo [15–18, 28, 31, 32].

De modo que el impacto no significativo puede deberse a que la literatura sugiere que la certeza en la detección influye en la actitud (Dugo, 2007). Es decir, que mientras mayor sea el efecto de disuasión en la organización, menor será la actitud positiva hacia la intención de cumplir con

Tabla 3.

Código	Otros nombres usados en la literatura	Estudios seleccionados	Teoría / concepto usada en estudios seleccionados	Resultado de estudios seleccionados	Resultado de los autores Herath y Rao [1]
R01	attitude [16]	[15] [16] [31] [17] [28] [32] [18]	TPB TPB PMT TPB TRA SBT TPB	Significativo Significativo Significativo Significativo Significativo Significativo Significativo	No Significativo
R02	n/a	No hay evidencia	n/a	n/a	Significativo
R03	n/a	No hay evidencia	n/a	n/a	No Significativo
R04	threat appraisal [8]	[8]	PMT	Significativo	Significativo
R05	n/a	No hay evidencia	n/a	n/a	Significativo
R06	perceived cost of compliance [16]	[16]	RCT	Significativo	Significativo
R07, R08*	n/a	[15]* [17]*	TPB SCT	Significativo Significativo	Significativo
R09	facilitating conditions [28]	[28]	Triandis' Behavioral Framework	Significativo	Significativo
R10	severity of penalty [24] sanctions [28] deterrent severity [26]	[24] [28] [26]	GDT GDT GDT	No Significativo, opuesto Significativo No significativo	No Significativo
R11	deterrent certainty [26]	[24] [26]	GDT GDT	Significativo No significativo	Significativo
R12	normative beliefs [8, 16, 24]	[15] [16] [24] [31] [28] [8] [18]	TPB SBT; TPB Social pressures PMT Negative reinforcement TRA TPB	Significativo Significativo Significativo Significativo Significativo Significativo No significativo	Significativo
R13	peer-behavior [24]	[24]	Social pressures	Significativo	Significativo
R14, R15	n/a	No hay evidencia	n/a	n/a	Significativo

la PS. Por lo cual, sería interesante en trabajos futuros, evaluar un nivel adecuado de esta variable para que impacte positivamente en la actitud.

En relación con la evaluación de la amenaza, comprendida por la severidad y probabilidad percibida de violación a la seguridad, los autores Herath y Rao [1] muestran en su estudio que comprender la severidad de la amenaza afecta significativamente el nivel de preocupación sobre violación a la seguridad. Por el contrario, las percepciones de los empleados de que ocurra una amenaza son bajas. En este sentido, la literatura sugiere que esta situación aumenta el incumplimiento de las PSI [28].

Es importante mencionar que no se evidenciaron otros estudios que analicen esas relaciones. Además, en trabajos futuros sería importante incorporar determinantes como el hábito, que Vance, Siponen y Pahlila [36] han incorporado en su estudio y que contribuyen a la evaluación de la amenaza significativamente. A su vez, Herath y Rao [1] y Siponen y otros [8] exponen que los empleados que tengan mayor nivel de preocupación sobre violaciones a la seguridad, tendrán actitudes más positivas hacia las PS.

Con respecto al determinante eficacia de respuesta, Herath y Rao [1] destacan que los empleados que creen que su comportamiento impacta positivamente a la organización, es más probable que tengan actitudes más positivas hacia las PS y efectivamente en su estudio tiene un impacto significativo. En comparación con otros estudios, se confirma que la eficacia de respuesta ha sido más estudiada directamente con la intención de cumplimiento de la PS [3,8,36–40]. Es relevante destacar que Rogers [41] sostiene que la eficacia de respuesta influye en la actitud como en el comportamiento de seguridad. Es por esto, que se propone analizar la contribución de estas relaciones respectivamente.

Por otra parte, los resultados del estudio de Herath y Rao [1] sugieren que si los empleados perciben que cumplir con las PS representa un obstáculo en su rutina laboral, ellos tendrán perspectivas no favorables hacia la misma. Es decir, el costo de respuesta influye negativamente en la actitud frente a la PS. En este sentido, Bulgurcu y otros [16] concuerdan con este hallazgo.

Por último, la auto-eficacia tiene un impacto significativo tanto en la actitud hacia la PS como en la intención de su cumplimiento [1]. Asimismo, otros autores concuerdan en que influye significativamente en la intención de cumplimiento [15, 17]. Aunque, no se evidencian estudios relacionados con la autoeficacia y actitud. Sin embargo, se menciona que este determinante ha sido mayormente estudiado con la intención de cumplimiento de las PSI [3, 8, 15, 16, 36–39, 42].

En definitiva, es importante indicar que los resultados de nuestro estudio se limitan a la información proporcionada en los artículos seleccionados. Además, se tienen importantes implicaciones prácticas para trabajos futuros, dado que se identificaron los determinantes que han sido escasamente o en su mayoría estudiados considerando factores organiza-

cionales, ambientales y de comportamiento [1]. En efecto, las concordancias y diferencias en los resultados requieren mayor investigación. En ese sentido, la inclusión de variables mediadoras y moderadoras sugeridas, puede contribuir en determinar con mayor precisión estos hallazgos.

## 5 Conclusiones

La presente revisión descriptiva muestra los estudios existentes sobre el cumplimiento de las PSI en las organizaciones basado en lo propuesto por los autores [1]. De los 10 artículos seleccionados, se muestra el uso de una variedad de teorías en la que destaca la TPB.

Con base en los resultados obtenidos, se evidencia que no se especifica el total de empleados de las organizaciones participantes. De hecho, este aspecto se considera relevante porque la literatura sugiere que las grandes empresas al tener más recursos implementan mayormente efectos de disuasión y prevención que las empresas pequeñas [43]. Por lo cual, se pueden resaltar marcadas diferencias entre ambos.

Además, en los estudios analizados no se distinguen los usuarios de TI y no TI, así como los roles que desempeñan en la organización. También, en su mayor parte no consideran los años de experiencia que tienen en la organización. Es probable que, si se analizan estas variables de control, se puedan implementar controles más eficientes en las organizaciones.

En conclusión, como trabajos futuros se debe de considerar medir adecuadamente el cumplimiento de las PSI basado en los factores que se proponen en la presente revisión y los retos abordados en esta línea de investigación, para que los mismos sean identificados y apropiadamente aplicados en la gestión de la SI.

## Referencias Bibliográficas

1. T. Herath and H. R. Rao, "Protection motivation and deterrence: A framework for security policy compliance in organisations," *European Journal of Information Systems*, vol. 18, no. 2, pp. 106–125, 2009.
2. R. Willison and M. T. Siponen, "Overcoming the Insider: Reducing Employee Computer Crime Through Situational Crime Prevention.," *Communications of the ACM*, vol. 52, no. 9, pp. 133–137, 2009.
3. M. Siponen, M. Mahmood, and S. Pahlila, "Employees' adherence to information security policies: An exploratory field study," *Information and Management*, vol. 51, no. 2, pp. 217–224, 2014.
4. M. Chan, I. Woon, and A. Kankanhalli, "Perceptions of Information Security in the Workplace: Linking Information Security Climate to Compliant Behavior," *Journal of Information Privacy and Security*, vol. 1, no. 3, pp. 18–41, 2005.
5. G. Dhillon, "Violation of safeguards by trusted personnel and understanding related information security concerns," *Computers and Security*, vol. 20, no. 2, pp. 165–172, 2001.



6. R. Richardson, "CSI computer crime and security survey," tech. rep., 2008.
7. S. Steele and C. Wargo, "An introduction to insider threat management," *Information Systems Security*, vol. 16, no. 1, pp. 23–33, 2007.
8. M. Siponen, S. Pahlila, and M. A. Mahmood, "Compliance with information security policies: An empirical investigation," *Computer*, vol. 43, no. 2, pp. 64–71, 2010.
9. P. Puhakainen and M. Siponen, "Improving employees' compliance through information systems security training: an action research study," *MIS Quarterly*, vol. 34, no. 4, pp. 757–778, 2010.
10. M. Siponen, M. A. Mahmood, and S. Pahlila, "Technical opinion: Are employees putting your company at risk by not following information security policies?," *Communications of the ACM*, vol. 52, no. 12, pp. 145–147, 2009.
11. M. Warkentin and R. Willison, "Behavioral and policy issues in information systems security: The insider threat," *European Journal of Information Systems*, vol. 18, no. 2, pp. 101–105, 2009.
12. Y. Levy and T. J. Ellis, "A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research," *Informing Science*, vol. 9, pp. 181–211, 2006.
13. T. Sommestad, J. Hallberg, K. Lundholm, and J. Bengtsson, "Variables influencing information security policy compliance," *Information Management & Computer Security*, vol. 22, no. 1, pp. 42–75, 2014.
14. B. Kitchenham and S. Charters, "Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering," *Engineering*, vol. 2, p. 1051, 2007.
15. A. Al-Omari, A. Deokar, O. El-Gayar, J. Walters, and H. Aleassa, "Information Security Policy Compliance: An Empirical Study of Ethical Ideology," in *2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences (IEEE, ed.)*, (Wailea), pp. 3018–3027, 2013.
16. B. Bulgurcu, H. Cavusoglu, and I. Benbasat, "Information security policy compliance: An empirical study of rationality-based beliefs and information security awareness," *MIS Quarterly*, vol. 34, no. 3, pp. 523–548, 2010.
17. P. Ifinedo, "Information systems security policy compliance: An empirical study of the effects of socialisation, influence, and cognition," *Information and Management*, vol. 51, no. 1, 2014.
18. J. Zhang, B. J. Reithel, and H. Li, "Impact of perceived technical protection on security behaviors," *Information Management & Computer Security*, vol. 17, no. 4, pp. 330–340, 2009.
19. K. Njenga, "Information Systems Security Policy Violation : Systematic Literature Review on Behavior Threats by Internal Agents," in *Proceedings of the International Conference On Information Resources Management (Conf-IRM)*, (Cape Town), pp. 1–13, 2016.
20. J. P. Meyer and N. J. Allen, "A three-component conceptualization of organizational commitment," *Human Resource Management Review*, vol. 1, no. 1, pp. 61–89, 1991.
21. T. M. Dugo, *The Insider Threat to Organizational Information Security: A Structural Model and Empirical Test*. PhD thesis, 2007.
22. J. M. Stanton, K. R. Stam, I. Guzman, and C. Caldera, "Examining the Linkage between Organizational Commitment and Information Security," in *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, (Washington DC), pp. 2501–2506, IEEE, 2003.
23. A. Blumstein, "Introduction," in *Deterrence and incapacitation: Estimating the effects of criminal sanctions on crime rates* (A. Blumstein, J. Cohen, and D. Nagin, eds.), Washington: National Academy of Sciences, 1978.
24. T. Herath and H. R. Rao, "Encouraging information security behaviors in organizations: Role of penalties, pressures and perceived effectiveness," *Decision Support Systems*, vol. 47, no. 2, pp. 154–165, 2009.
25. D. W. Straub, "Effective IS security: An empirical study," *Information Systems Research*, vol. 1, no. 3, pp. 255–276, 1990.
26. J. Y. Son, "Out of fear or desire? Toward a better understanding of employees' motivation to follow IS security policies," *Information and Management*, vol. 48, no. 7, pp. 296–302, 2011.
27. H. Li, J. Zhang, and R. Sarathy, "Understanding compliance with internet use policy from the perspective of rational choice theory," *Decision Support Systems*, vol. 48, no. 4, pp. 635–645, 2010.
28. S. Pahlila, M. Siponen, and A. Mahmood, "Which Factors Explain Employees' Adherence to Information Security Policies? An Empirical Study," in *Proceedings of the 11th Pacific Asia Conference on Information Systems*, (Auckland), pp. 438–439, 2007.
29. J. D'Arcy and A. Hovav, "Deterring internal information systems misuse," *Communications of the ACM*, vol. 50, no. 10, pp. 113–117, 2007.
30. S. M. Lee, S.-G. Lee, and S. Yoo, "An integrative model of computer abuse based on social control and general deterrence theories," *Information & Management*, vol. 41, no. 6, pp. 707–718, 2004.
31. P. Ifinedo, "Understanding information systems security policy compliance: An integration of the theory of planned behavior and the protection motivation theory," *Computers & Security*, vol. 31, no. 1, pp. 83–95, 2012.
32. N. Sohrabi Safa, R. Von Solms, and S. Furnell, "Information security policy compliance model in organizations," *Computers and Security*, vol. 56, 2016.
33. V. Venkatesh and F. D. Davis, "A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies," *Management Science*, vol. 46, no. 2, pp. 186–204, 2000.
34. I. Ajzen, "The theory of planned behavior," *Organizational behavior and human decision processes*, vol. 50, no. 2, pp. 179–211, 1991.
35. R. W. Rogers, "A protection motivation theory of fear appeals and attitude change1," *The journal of psychology*, 1991.



- vol. 91, no. 1, pp. 93–114, 1975.
36. A. Vance, M. Siponen, and S. Pahlila, “Motivating IS security compliance: Insights from Habit and Protection Motivation Theory,” *Information and Management*, vol. 49, no. 3-4, pp. 190–198, 2012.
37. A. C. Johnston, M. Warkentin, and M. Siponen, “An Enhanced Fear Appeal Rhetorical Framework: Leveraging Threats to the Human Asset Through Sanctioning Rhetoric,” *MIS Quarterly*, vol. 39, no. 1, pp. 113–134, 2015.
38. S. Pahlila, M. Karjalainen, and M. Siponen, “Information Security Behavior: Towards multi-stage models,” in *Pacis*, p. 102, 2013.
39. S. Pahlila, M. Siponen, and A. Mahmood, “Employees’ behavior towards IS security policy compliance,” in *Proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences*, (Waikoloa), p. 156, IEEE, 2007.
40. M. Workman, W. H. Bommer, and D. Straub, “Security lapses and the omission of information security measures: A threat control model and empirical test,” *Computers in Human Behavior*, vol. 24, no. 6, pp. 2799–2816, 2008.
41. R. W. Rogers, “Cognitive and physiological processes in fear appeals and attitude change : A revised theory of protection motivation,” in *Social Psychophysiology: A Source Book* (J. Cacioppo and R. Petty, eds.), vol. 19, pp. 469–573, New York: Guilford, 1983.
42. A. Al-omari and O. El-gayar, “Information Security Policy Compliance : The Role of Information Security Awareness,” *18th Americas Conference on Information Systems 2012, AMCIS 2012*, pp. 1–10, 2012.
43. A. Kankanhalli, H.-H. Teo, B. C. Tan, and K.-K. Wei, “An integrative study of information systems security effectiveness,” *International Journal of Information Management*, vol. 23, no. 2, pp. 139–154, 2003.

# Modelo de Análisis de Riesgos en Uso de las Tic's sobre Instituciones Educativas, caso Universidad Católica de Cuenca

## Risk Analysis Model in Use of the Tics on educational institutions, Case Universidad Católica de Cuenca

Juan Pablo Cuenca Tapia<sup>1\*</sup> y Gabriel Toalongo González<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Carrera de Ingeniería de Sistemas,  
Universidad Católica de Cuenca, sede Azogues

\*[jcuenca@ucacue.edu.ec](mailto:jcuenca@ucacue.edu.ec)

### Resumen

El artículo tiene como objetivo desarrollar un modelo que sirva como base para ejecutar un análisis de riesgos en el uso de Tic's en instituciones educativas que en el futuro permita el diseño, implementación e implantación de un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información - SGSI alineado al estándar ISO/IEC 27001 y el sistema de control propuesto en la norma ISO/IEC 27002. Aplicando una investigación de campo y en función de sus resultados, se obtienen, mediante una investigación de tipo descriptiva, la identificación de los Procesos Tics principales y proceso del sistema que soportan la institución con su cadena de valor para establecer la forma de operación del sistema. Mediante la metodología de análisis y evaluación de riesgos se identifican los principales activos de información relacionados a los procesos encontrados, también se identifican las amenazas críticas o relevantes a las cuales estaría expuesta la empresa en relación con seguridad de la información, posteriormente se presentan las vulnerabilidades relacionadas a las amenazas expuestas. Seguidamente se establecen los principales riesgos de seguridad de la información a los cuales estarían expuestos los principales procesos y sistemas de la institución. Para mitigar los riesgos y amenazas identificadas se toma como base las categorías y dominios de control de ISO 27002, para sobre lo identificado especificar los controles pertinentes. Finalmente se propone un plan de trabajo que conste de: actividades, tiempos y áreas responsables que se encarguen de implementar los controles sugeridos sobre la base de la metodología PDCA.

**Palabras clave:** Análisis y evaluación de riesgos, cadena de valor, categorías y dominios de control de ISO 27002, estándar ISO/IEC 27001 y 27002, PDCA, SGSI.

### Abstract

*The objective of the article is to develop a model that serves as a basis for executing an analysis of risks in the use of information and communication technologies on educational institutions that in the future will allow the design, implementation and implementation of a Safety Management System of the Information - ISMS aligned with the ISO / IEC 27001 standard and the control system proposed in the ISO / IEC 27002 standard, in this case the Catholic University of Cuenca. Applying a field investigation and depending on their results and the interpretation of them, we obtain, through a descriptive investigation, the identification of the main Tic Processes and system process that support the institution with its value chain. These processes establishes the form of operation of the system. Through the methodology of risk analysis and evaluation, the identification of the main information assets related to the main processes and the information systems that support the main processes on which the critical or relevant threats to which it would be exposed is carried out. the company in relation to information security, then the critical vulnerabilities related to the exposed threats are presented. Next, the main security risks of the information to which the main processes and systems of the institution would be exposed are established. To mitigate the risks and threats identified, the categories and domains of control of ISO 27002 are taken as a basis, these categories and domains are identified to identify the relevant controls. Finally, a work plan is proposed that consists of: activities, times and responsible areas that are responsible for implementing the suggested controls based on the PDCA methodology.*

**Key words:** Analysis and evaluation of risks, value chain, categories and control domains of ISO 27002, ISO / IEC 27001 and 27002 standard, PDCA, SGSI.

### 1 Introducción

Los procesos de cualquier institución educativa basados en las tecnologías de la información y comunicaciones

(TICs) presentan un sin número de beneficios para los usuarios y personal de soporte que los ejecutan, no obstante, dan lugar a riesgos que deben analizarse y gestionarse.

El análisis y gestión de riesgos se considera un principio fundamental para decisiones de la empresa ya que es capaz de controlar las vulnerabilidades, amenazas y los riesgos de seguridad a que se ven expuestos los procesos de las organizaciones.

De allí que sea necesario que los responsables de la seguridad de la información en las organizaciones, tomen conciencia de su papel y deban contrastar los riesgos a los que están sometida sus activos. La evaluación, análisis y tratamiento del riesgo permiten llevar el nivel de riesgo de los activos de la organización a valores aceptables [1].

Conocer los procesos sobre los cuales se sustentan los servicios TICs de la organización es imprescindible ya que nos permite determinar las amenazas y vulnerabilidades a los cuales están expuestos, considerando que las instituciones de educación superior manejan procesos que involucran grandes cantidades de información confidencial se prestan para ser blanco de posibles ataques de seguridad.

Inicialmente se trata de identificar los procesos principales y los procesos sobre los cuales se sustentan las TICs de la Universidad Católica de Cuenca y la forma de operar el sistema, para ello se establece Cadena de Valor de la institución.

La Universidad Católica de Cuenca es una institución particular de educación superior ubicada en la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay en la república de Ecuador, fue creada por gestiones personales del sacerdote Dr. César Cordero Moscoso como coronamiento de su vocación educativa por la promoción de las clases populares, el decreto de creación se emitió 7 de septiembre de 1970 en el gobierno del Dr. José María Velasco Ibarra, para dejar perenne memoria del Sesquicentenario de la Independencia de Cuenca. Con el apoyo de los Obispos José Félix Pintado y Raúl Vela Chiriboga y de las poblaciones se abrió la Extensión Universitaria de Azogues en 1980. [2]

Una vez identificados los procesos sobre los cuales se sustentan las TICs de la Universidad Católica como un requisito de la norma ISO 27001, incluido en la lista de Controles, se identifican los principales Activos de Información que dan soporte a los diferentes procesos de la organización.

A Sabiendas de que uno de los aspectos esenciales de un Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información (SGSI) de acuerdo a los requisitos de ISO 27001, es la evaluación de los riesgos a los que están sometidos los activos de la organización, se procede a determinar las amenazas y vulnerabilidades sobre los activos especificados que permiten obtener los principales riesgos de seguridad de la institución del caso de estudio.

Seguir los principios del estándar ISO/IEC 27002 es un paso altamente relevante para garantizar la seguridad de la información de las instituciones de educación superior, La siguiente tarea consiste en que sobre los controles o medidas preventivas para garantizar la Gestión de la Seguridad de la Información de la ISO 27002, se aplican controles para mitigar los riesgos identificados.

A la hora de implementar un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información basado en el estándar internacional ISO 27001, debemos utilizar el ciclo PDCA, Finalmente bajo esta metodología en este artículo se propone un plan de trabajo que contemple:

- Actividades
- Tiempos
- Áreas responsables

Dicho plan será el encargado de la implementación de los controles sugeridos.

## 2 Fundamentos Teóricos

**Cadena de Valor.-** La cadena de valor es esencialmente una forma de análisis de la actividad empresarial mediante la cual descomponemos una empresa en sus partes constitutivas, buscando identificar fuentes de ventaja competitiva en aquellas actividades generadoras de valor. Esa ventaja competitiva se logra cuando la empresa desarrolla e integra las actividades de su cadena de valor de forma menos costosa y mejor diferenciada que sus rivales. Por consiguiente la cadena de valor de una empresa está conformada por todas sus actividades generadoras de valor agregado y por los márgenes que éstas aportan [3].

**La norma ISO/IEC 27001.-** Según el estándar internacional ISO/IEC 27001:2013 es una solución de mejora continua en base a la cual puede desarrollarse un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI) que permita evaluar todo tipo de riesgos o amenazas susceptibles de poner en peligro la información de una organización tanto propia como datos de terceros. Por otro lado, también permite establecer los controles y estrategias más adecuadas para eliminar o minimizar dichos peligros [4].

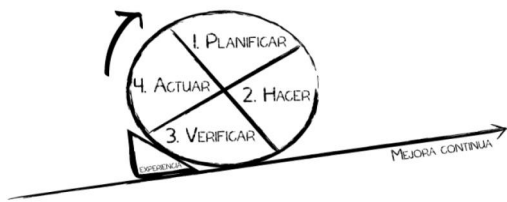
**La norma ISO/IEC 27002.-** Especifica el sistema de controles aplicables a la seguridad de la información alineados a la norma ISO/IEC 27001 en cada uno de los procesos. Esta norma es la guía de implementación de los controles aplicables a la seguridad de la información en forma de políticas y procedimientos [5].

De acuerdo a Ureña León, la norma ISO/IEC 27002 incluye los siguientes apartes: la estructura del estándar y la descripción de la estructura de la norma, la evaluación y tratamiento del riesgo, el documento de la Política de seguridad y su gestión, los aspectos organizativos de la seguridad de la información, la gestión de activos, la seguridad ligada al talento humano, la seguridad física y ambiental y seguridad de los equipos, la gestión de comunicaciones y operaciones, la gestión de servicios por terceros, la gestión de incidentes de seguridad de la información y mejoras, la gestión de la continuidad del negocio, entre otras [6].

El método "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar" (del inglés, Plan-Do-Check-Act).- En el estándar ISO/IEC 27001 se dice que el ciclo PDCA consiste, como ya sabemos, en Planificar-Hacer-Verificar-Actuar, Trasladado a las necesidades de un SGSI, el ciclo PDCA planteado por la ISO 27001 se dividiría en los siguientes pasos, cada uno de ellos ligado a una serie de acciones [7]:

Fig. 1. Ciclo PDCA, fuente ISO/IEC 27001

Ciclo PDCA: Plan-Do-Check-Act



Amenazas.- Una amenaza se puede definir como cualquier evento que puede afectar los activos de información y se relaciona, principalmente, con recursos humanos, eventos naturales o fallas técnicas. Algunos ejemplos pueden ser: ataques informáticos externos, infecciones con malware, una inundación, un incendio o cortes de fluido eléctrico.

Pero en ocasiones basta una omisión o despiste por parte del personal de la empresa, como el uso de una simple pulsera imantada, para que se pueda llegar a producir un daño grave, e incluso irreparable, de la información. [8].

Vulnerabilidades.- Son debilidades asociadas con cada activo de información. Son condiciones que pueden permitir que las amenazas las exploten y causen daño, para cada amenaza existen vulnerabilidades relacionadas con cada activo de información. [8].

Riesgos.- Es la posibilidad de que una amenaza determinada explote las vulnerabilidades de un activo o grupo de activos y por lo tanto causa daño a la organización. [9]

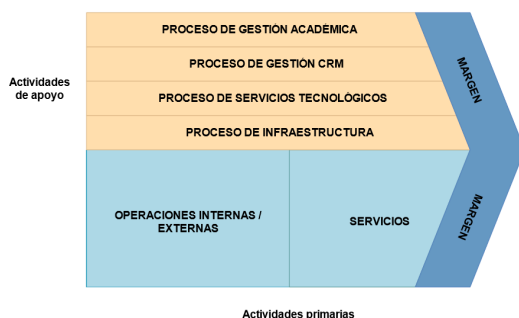
### 3 Resultados

La primera parte del proyecto permitió entender el funcionamiento del sistema, identificar los procesos principales, los procesos en los que se sustentan los procesos principales y la cadena de valor de la Universidad Católica de Cuenca, de lo cual tenemos:

- Proceso de gestión académica
- Proceso de gestión CRM
- Proceso de servicios tecnológicos
- Proceso de infraestructura

Los procesos identificados nos dan la siguiente cadena de valor:

Fig. 2. Cadena de Valor Universidad Católica de Cuenca sede Azogues, Fuente Investigación de Campo de los autores.



En cuanto a la Identificación de Procesos principales y proceso del sistema que los soportan tenemos:

Fig. 3. Identificación de Procesos - Universidad Católica de Cuenca sede Azogues, Fuente Investigación de Campo de los autores.

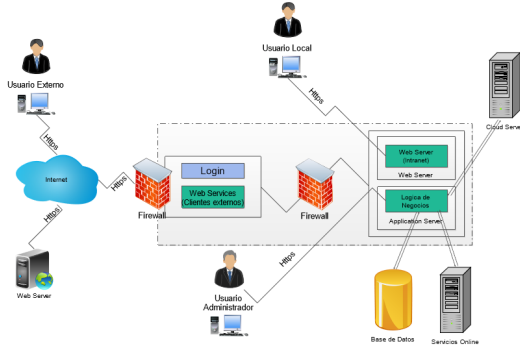
- a. Sistema ERP y módulos
  - PROCESO DE GESTION ACADÉMICA
    - PROGRAMACION ACADÉMICA
      - ADMINISTRACION
        - PERSONA
          - ALUMNOS
        - GESTION ACADÉMICA
          - AFINIDAD
      - PROGRAMACION ACADÉMICA
        - MANTENIMIENTO
          - AMBIENTES
          - HORARIOS
        - ACTIVIDADES
          - CONVALIDACIONES
          - PROGRAMACIÓN LECTIVA DE PREGRADO
          - DESDOBLAMIENTO
      - MATRICULA
        - ACTIVIDADES
          - MATRICULAR
      - REPORTES
        - GESTIÓN ACADÉMICA
          - REPORTES GENERALES
          - REPORTES DE MATRICULAS
          - REPORTES POR ALUMNO
          - REPORTES CURRICULARES
        - VINCULACIÓN
          - ACTIVIDADES
          - REGISTRO
          - CONSULTA
    - PROCESO DE GESTION CRM
      - ADMISIÓN
        - INSCRIPCION
          - POSTULACION PREGRADO
          - POSTULANTE POSTGRADO
        - REPORTES
          - REPORTE POSTULANTES
        - NIVELACION
          - PLANIFICACION
            - ACTIVIDADES
            - CONSULTAS
            - REQUERIMIENTOS
          - NIVELACION
            - ACTIVIDADES
            - CONSULTAS
      - PROCESO DE SERVICIOS TECNOLOGICOS
        - PROVEEDORES
          - ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS FINANCIEROS
          - ADQUISICIÓN DE MATERIALES Y SERVICIOS
          - COORDINACION DE TICS
        - ENTRADAS
          - RECURSOS FINANCIEROS
          - EQUIPOS
          - HERRAMIENTAS
          - MATERIALES
      - PROCESO DE INFRAESTRUCTURA
        - REQUERIMIENTOS
          - MANTENIMIENTO
          - CONSTRUCCIONES
        - CONSULTAS
        - SERVICIO DE SOPORTE

Estos procesos son operados desde los sistemas que opera de la siguiente manera:

- a. Administración de la propia empresa/institución El sistema ERP es administrado directamente en la matriz de la casa de estudios superiores exclusivamente en el área de ti.
- b. Administración del housing Actualmente el sistema ERP se encuentra alojado en el Data Center de la Universidad Católica de Perú.
- c. Administración del hosting Es administrada directamente por el proveedor de dominio y hosting.
- d. Administración en la nube Se cuenta con acceso y respaldo en la nube para el proceso de gestión finan-

ciera, exclusivamente para el módulo de facturación electrónica.

Fig. 4. Arquitectura de operación del Sistema, Fuente Investigación de campo de los autores.



El análisis continuo con la identificación de los activos más relevantes que forman parte del proceso evaluado, y que requieren protección.

Se determinan los requerimientos de seguridad de la información especificados por los usuarios encargados de ejecutar el proceso:

PROCESOS	ACTIVOS RELACIONADOS
Proceso de gestión académica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información</li> <li>• Servicios</li> <li>• Arquitectura del sistema</li> <li>• Aplicaciones informáticas</li> <li>• Equipos informáticos</li> <li>• Redes de comunicación</li> <li>• Alimentación de energía</li> <li>• Personal (Usuario de sistema, soporte del sistema)</li> <li>• Esquemas XML, XSD</li> </ul>
Proceso de gestión CRM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información</li> <li>• Servicios</li> <li>• Arquitectura del sistema</li> <li>• Aplicaciones informáticas</li> <li>• Equipos informáticos</li> <li>• Redes de comunicación</li> <li>• Alimentación de energía</li> <li>• Personal (Usuario de sistema, soporte del sistema)</li> <li>• Esquemas XML, XSD</li> </ul>
Proceso de servicios tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información</li> <li>• Servicios</li> <li>• Equipos informáticos</li> <li>• Redes de comunicación</li> <li>• Alimentación de energía</li> <li>• Personal (Usuario de sistema, soporte del sistema)</li> </ul>
Proceso de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información</li> <li>• Servicios</li> <li>• Arquitectura del sistema</li> <li>• Aplicaciones informáticas</li> <li>• Equipos informáticos</li> <li>• Redes de comunicación</li> <li>• Alimentación de energía</li> </ul>

La siguiente tarea consiste en identificar las amenazas que potencialmente pueden causar daño a los activos, siguiendo lo que se establece en ISO 27001: Amenazas y vulnerabilidades [10]

**Avería de origen físico o lógico.** - una de las causas más importantes es la falla del hardware, en donde de manera directa el o los sistemas sufrirán daños o fallos en la ejecución de cualquier tipo de proceso.

**Corte de Suministro eléctrico.** - cuando la energía sufre ciertos cambios altos/bajos y/o cortes en el mismo, los equipos informáticos sufren apagones sufriendo ciertos daños en ocasiones directamente en las placas provocando

inestabilidad laboral y pérdida de la información que estaba en proceso, esto ocurre por la falta de bancos de batería que mantengan la energía estable mientras la misma se reestablece.

**Falla en la transmisión de datos.** - puede ser generado por los llamados cuellos de botella ocasionando la destrucción física de los medios físicos de transporte, provocando cortes en la transmisión de los datos impidiendo la comunicación de la trama entre el origen y el destino.

**Abuso de privilegios de acceso.** - En el sistema de acuerdo a las normas de uso y políticas de procedimientos del buen uso de los sistemas de información en este caso ERP, existen usuarios que, a pesar de tener ciertos roles asignados, realizan actividades no asignadas exponiendo a la información al daño, abusando de los privilegios como tipo de usuario en el sistema.

**Manipulación de configuraciones.** - el buen funcionamiento de los equipos depende de su configuración que está a cargo del departamento de TI, sin embargo, existe personal con conocimientos de TI, quienes realizan cambios en las configuraciones provocando inestabilidad en el sistema y comunicación con uno o varios servicios pudiendo ser estos, servidores, impresoras, etc.

**Vulnerabilidades del software.** - provocado de manera involuntaria por parte de los usuarios del sistema, con consecuencias en la operatividad y transición de los datos, o la incapacidad misma de operar el sistema.

**Caída del sistema por falta de recursos.** - la carencia o falta de adquisición de recursos tecnológicos que necesitan el sistema para el buen funcionamiento provoca la inestabilidad del sistema en causa efecto directo con el procesamiento (hardware) y procesamiento (software).

De las amenazas identificadas se determinan las vulnerabilidades que las ocasionarían:

Amenaza/Vulnerabilidad	Especificación
1.- Avería de origen físico o lógico Instalaciones inadecuadas del espacio de trabajo. Ausencia del recurso para combatir a incendios.	Los puntos débiles de orden físico son aquellos presentes en los ambientes en los cuales la información se está almacenando o manejando. Considerado como uno de los puntos débiles más importantes ya que al presentarse un incendio no se podría contrarrestar el mismo por la falta de recursos como son extintores, etc.

Amenaza/Vulnerabilidad	Especificación
<p>2.- Corte de Suministro eléctrico</p> <p>Disposición desorganizada de cables de energía y de red.</p> <p>Falta de bancos de batería o UPS para salvaguardar la información y optimizar la continuidad del sistema</p>	<p>La desorganización del cableado eléctrico puede ocasionar cortes en el servicio afectando directamente a la operatividad del sistema.</p> <p>Estos puntos débiles al ser explotados por amenazas, afectan directamente los principios básicos de seguridad de la información, principalmente a la disponibilidad.</p>
<p>3.- Falla en la transmisión de datos</p> <p>Cualquier falla en la comunicación (Enlaces de fibra, Cable UTP, Enlace WAN, VPN, HTTP, HTTPS) que ocasione que la información quede no disponible para los usuarios.</p> <p>No contar con ACLS (Listado de control de Acceso), la información puede quedar disponible para usuarios quienes no poseen privilegios en el sistema.</p>	<p>Este punto débil abarca todo el tránsito de la información ya sea este cable, satélite, fibra óptica, etc. Debe existir seguridad de los datos, entonces se debería considerar como un aspecto crucial en la implementación de la seguridad de la información.</p> <p>La información puede ser alterada de su estado original, afectando la integridad, por lo tanto la seguridad de la información también está asociada con el desempeño de los equipos de comunicación, de ello depende la calidad y tratamiento de la información.</p>
<p>4.- Abuso de privilegios de acceso</p> <p>Ingeniería social interna, no capacitar al personal como se debe, colocar contraseñas en lugares visibles, entre otras.</p> <p>Falta de un control mediante políticas de acceso.</p>	<p>La falta de capacitación al inicio de la asignación de privilegios puede ocasionar serios problemas, ya que otros usuarios pudiendo ser estos internos o externos puede obtener fácilmente el acceso y manipular el sistema ocasionando un abuso laboral y deteriorando la funcionalidad del sistema.</p> <p>La falta de políticas abre las puertas a los usuarios para que puedan manipular el sistema sin importar la seguridad de la información.</p>
<p>5.- Manipulación de configuraciones</p> <p>Usuarios no autorizados para realizar cambios en la configuración.</p> <p>Disponibilidad de herramientas que facilitan el ataque.</p>	<p>Falta de un control con usuarios que intervienen en la manipulación de la configuración quienes pueden alterar la funcionalidad del mismo y la comunicación con ciertos servicios como red, enlaces, impresoras, etc.</p> <p>Cuando los usuarios del sistema no bloquean sus sesiones o accesos al sistema, otros usuarios pueden acceder de manera local manipulando el sistema realizando ataques de manera local que podría provocar problemas en la funcionalidad del sistema.</p>
<p>6.- Vulnerabilidades del software</p> <p>Errores de programación.</p> <p>Protocolos de comunicación carezcan de seguridad.</p>	<p>Ocasionado en la compilación de algún tipo de actualización o parche para mejorar la fiabilidad y continuidad del sistema, ocasionando errores en la ejecución del sistema.</p> <p>Al no tener seguridad en la transmisión de los datos (cifrado), puede provocar una puerta para el acceso no autorizado de un atacante.</p>
<p>7.- Caída del sistema por falta de recursos</p> <p>Hardware obsoleto</p> <p>Mala Configuración del hardware.</p>	<p>La falta de toma de decisiones de alta gerencia ocasiona que el área de TI trabaje en base a los recursos disponibles sin tomar en consideración el tema de seguridad a nivel de la red o seguridad perimetral.</p> <p>Falta de conocimiento de funcionamiento de infraestructura disponible ocasiona una mala configuración del hardware subutilizando los recursos del mismo.</p>

En esta etapa se identifica y se analiza los posibles riesgos que pueden afectar o causar daño a la institución, cada riesgo está relacionado a una amenaza que en la sección anterior tiene especificado su vulnerabilidad y su descripción, entonces se tiene:

Amenaza	Riesgo
1	Error en el almacenamiento de la información en la base de datos. Incendio del centro de datos
2	Quemaduras de placas es decir hardware. Apagado veloz de quipos, pérdida de información no guardada
3	Inestabilidad en el flujo de información. Acceso de usuarios no autorizados, sabotaje al sistema.
4	Otros usuarios pudiendo ser estos internos o externos pueden obtener fácilmente el acceso y manipular el sistema ocasionando un abuso laboral y deteriorando la funcionalidad del sistema. Inseguridad del sistema, cualquier usuario puede acceder y realizar cambios afectando la integridad y operatividad del sistema.

Amenaza	Riesgo
5	Inestabilidad del sistema, daños en la arquitectura. Inestabilidad del sistema, daños en la arquitectura.
6	Falla en la operatividad del sistema, pérdida para la empresa. Robo de información por usuarios externos, atacantes.
7	Lentitud en la ejecución de procesos, inestabilidad del sistema.

Dentro de ISO/IEC 27002 básicamente se describen los dominios de control y los mecanismos de control, que pueden ser implementados dentro de una organización. En esta sección presentamos los controles que buscan mitigar el impacto o la posibilidad de ocurrencia de los diferentes riesgos encontrados a los cuales se encuentra expuesta la organización:

Dominios Categorías de Control	Descripción
1	Error en el almacenamiento de la información en la base de datos. Incendio del centro de datos
2	Quemaduras de placas es decir hardware. Apagado veloz de quipos, pérdida de información no guardada
3	Inestabilidad en el flujo de información. Acceso de usuarios no autorizados, sabotaje al sistema.
4	Otros usuarios pudiendo ser estos internos o externos pueden obtener fácilmente el acceso y manipular el sistema ocasionando un abuso laboral y deteriorando la funcionalidad del sistema. Inseguridad del sistema, cualquier usuario puede acceder y realizar cambios afectando la integridad y operatividad del sistema.
5	Inestabilidad del sistema, daños en la arquitectura. Inestabilidad del sistema, daños en la arquitectura.
6	Falla en la operatividad del sistema, pérdida para la empresa. Robo de información por usuarios externos, atacantes.
7	Lentitud en la ejecución de procesos, inestabilidad del sistema.

Por cada categoría de control, especificamos controles principales indicando la razón y necesidad de implementarlo:

Categorías de Control	Controles Principales	Descripción
Áreas Seguras.	Protección contra las amenazas externas y ambientales	Se debería diseñar y aplicar una protección física contra desastres naturales, ataques maliciosos o accidentes.
Seguridad de los equipos.	Instalación de suministros	Los equipos deberían estar protegidos contra cortes de luz y otras interrupciones provocadas por fallas en los suministros básicos de apoyo.
Intercambio de información con partes externas.	Políticas y procedimientos de intercambio de información.	Deberían existir políticas, procedimientos y controles formales de transferencia para proteger la información que viaja a través del uso de todo tipo de instalaciones de comunicación



Categorías de Control	Controles Principales	Descripción
Requisitos de negocio para el control de accesos.  Responsabilidad del usuario.	Política de control de acceso.  Uso de información confidencial para la autenticación.	Se debería establecer, documentar y revisar una política de control de accesos en base a las necesidades de seguridad y de negocio de la Organización.  Se debería exigir a los usuarios el uso de las buenas prácticas de seguridad de la organización en el uso de información confidencial para la autenticación.
Gestión de acceso de usuarios  Control de acceso a sistemas y aplicaciones	Gestión de los derechos de acceso asignados a usuarios.  Gestión de los derechos de acceso con privilegios especiales  Revisión de los derechos de acceso a los usuarios.  Restricción de acceso a la información.	Se debería de implantar un proceso formal de aprovisionamiento de accesos a los usuarios para asignar o revocar derechos de acceso a todos los tipos de usuarios y para todos los sistemas y servicios.  La asignación y uso de derechos de acceso con privilegios especiales debería ser restringido y controlado.  Los propietarios de los activos deberían revisar con regularidad los derechos de acceso de los usuarios.  Se debería restringir el acceso de los usuarios y el personal de mantenimiento a la información y funciones de los sistemas de aplicaciones, en relación a la política de control de accesos definida.
Seguridad en los procesos de desarrollo de software.	Restricciones a los cambios en los paquetes de software.	Se deberían evitar modificaciones en los paquetes de software suministrados por terceros, limitándose a cambios realmente necesarios. Todos los cambios se deberían controlar estrictamente.
Requisitos de seguridad de los sistemas de información.	Análisis y especificaciones de los requisitos de seguridad.	Los requisitos relacionados con la seguridad de la información se deberían incluir en los requisitos para los nuevos sistemas o en las mejoras a los sistemas de información ya existentes.

Finalmente se propone el plan de trabajo a ejecutar por cada uno de los departamentos para la implementación de los controles sugeridos basado en la metodología PDCA para establecer y gestionar un Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información en base a ISO 27001. En el ciclo de vida continuo, lo cual quiere decir en la fase de Actuar lleva de nuevo, a la fase de Planificar para iniciar un nuevo ciclo de las cuatro fases, siempre teniendo en cuenta que no es necesario tener una secuencia estricta de las fases.

#### 4 Conclusiones

• Como resultado de este trabajo llevado a cabo, se puede concluir que la Institución carece de una cultura de Seguridad de la información dentro de las organizaciones, tampoco existe sistemas de control de seguridad informática y de información, y mucho menos, procesos y proce-

dimientos documentados como políticas para protección de la información.

- No existe un compromiso real de las directivas, es decir que los empleados no son conscientes de los objetivos principales de los sistemas de control de seguridad de la información y que el personal del área informática no está capacitado para asumir esta responsabilidad. Por tanto, es fundamental que las organizaciones cuenten con un marco normativo de seguridad, que permita aplicar el estudio y análisis de los dominios, objetivos de control y controles de acuerdo al tipo de auditoría basada en la norma ISO/IEC 27002.
- Del proceso de análisis a la seguridad de la información se concluye que este proceso debe ser continuo y que debe ser realizado por los entes de control interno de cada organización, y periódico por empresas externas que permitan hacer la evaluación y seguimiento del sistema de control de seguridad informático para el diseño, implementación e implantación de un SGSI adecuado a sus necesidades como este caso utilizando la metodología PDCA.

#### 5 Recomendaciones

- Establecer políticas de seguridad para proteger la empresa diseñando un plan a partir de los objetivos y las necesidades de la empresa. Con él se busca proteger la información, garantizar su confidencialidad y reglamentar su uso y el del sistema.
- El objetivo final es mitigar el riesgo de pérdida, deterioro o acceso no autorizado. Además de la información, en las políticas de seguridad informática se incluyen elementos como el hardware, el software y los empleados; se identifican posibles vulnerabilidades y amenazas externas e internas; y se establecen medidas de protección y planes de acción ante una falla o un ataque.
- Diseñar y aplicar una protección física contra desastres naturales, ataques maliciosos o accidentes, es decir el Centro de Datos que este ubicado y protegido con las debidas normas de seguridad, ayudaría en parte a la seguridad de la información.
- Implementar políticas, procedimientos y controles formales de transferencia de archivos para proteger la información que viaja a través de la red con algún algoritmo criptográfico como curva elíptica generando claves públicas y privadas protegiendo así de extremo a extremo la información.

#### Referencias Bibliográficas

1. P. P, *Evaluación de Riesgo en las Tecnologías de Información y Comunicaciones orientada a Organismos Públicos. Ponencia presentada en el IV Congreso Iberoamericano de Seguridad de la Información.* 2007.
2. H. U. C. d. Cuenca, "www.ucacue.edu.ec."
3. M. Porter, *Ventaja Competitiva.* NY: Free Press, 1998.
4. I. 27001:2013, "Information technology – Security techniques – Information security management systems – Requirements."

5. I. 27002:2013, "Information technology – Security techniques – Code of practice for information security controls."
6. U. León and E. Edsel, "Sistema de Gestión de la seguridad de la Información – SGSI."
7. L. n. I. 27001, "Aspectos claves de su diseño e implantación."
8. ISOTools, "Blog especializado en Sistemas de Gestión de Seguridad de la Información.," 2015.
9. ISO/Guide73, "Risk management," 2009.
10. iso27000. es, "El portal de ISO 27001 en Español," 2012.



# Estudio de vulnerabilidades en las pequeñas y medianas empresas utilizando el IDS SNORT

Miguel A. Tunubalá<sup>1\*</sup>, Fernando Mauricio Rosero<sup>1</sup>, Amanda Grajales<sup>1</sup>,  
Katerine Marcelles<sup>1</sup> y Siler Amador Donado<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, Colombia

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad del Cauca, Colombia

\*madertu@hotmail.com

## Resumen

Actualmente la mayoría de Pymes dependen de sistemas informáticos para su funcionamiento; pero cada día existe un aumento en los ataques informáticos, tanto internos como externos, que pretenden acceder a estos sistemas; tratando como por ejemplo: modificar o eliminar información confidencial, que puede ser un interés concreto o por simple entretenimiento. Debido a esto se propone una herramienta como lo es un detector de intrusos mejorado a través de la creación de un Plugín que permite detectar un ataque específico, no reconocible a través de sus reglas, permitiendo mediante la implementación de esta herramienta que cualquier administrador de red pueda estar atento a los tipos de ataque y de alertas emitidos por el Snort.

**Palabras clave:** Seguridad informática, detector de intrusos, redes, pymes, Snort, plugin, sniffer.

## Abstract

*At present the Pymes depends on computer systems for its functioning; but every day there is an increase in computer attacks, both internal and external, that try to gain access to these systems, for example, modify, or delete confidential information, more for a concrete interest or for simple entertainment, due to this a tool is proposed as it is a detector of intruders improved across the creation of a Plugin that allows to detect not recognizable specific attack across its rules, by means of the implementation of this tool on the part of the manager of network be able to be attentive to the types of attack and of alerts expressed by the Snort.*

**Key words:** Seguridad informática, detector de intrusos, redes, pymes, Snort, plugin, sniffer.

## 1 Introducción

Un ataque informático, va más allá de que se realice desde un computador personal de un aficionado sobre un sistema de información, o desde un elaborado plan de un grupo activista, pueda colocar en riesgo la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información de cualquier persona u organización, la cual puede verse reflejada en daños personales como la manipulación y/o pérdida de datos generando riesgos económicos en una organización.

Actualmente las empresas y cualquier persona que se encuentre conectada a una red, se van a encontrar expuestas a una gran cantidad de amenazas informáticas; sin embargo, muchas de las Pymes asumen que este tipo de incidentes no se les presentará, teniendo la idea de que esto solo ocurren en las empresas relacionadas con el sector de las tecnologías de la información o grandes organizaciones, por lo que descartan casi por completo la asignación de recursos en inversión de infraestructura para cubrir el área de la seguridad de la información.

Es importante destacar que, aunque existen otros motivos por los que no se invierte en la protección de la información en las Pymes como cualquier otro recurso,

con este proyecto de investigación se pretende dar una alternativa a estas empresas, un medio de protección en sus redes informáticas con el propósito de disminuir el riesgo de pérdida de información a través de las redes de datos, implementando un detector de intrusos previamente mejorado por medio de la inclusión de un plugin.

## 2 Descripción del problema

El propósito de este trabajo, es generar conocimiento tecnológico tanto en el desarrollo de las áreas de la información como en el área de la innovación, concientizando especialmente a las pequeñas y medianas empresas de los peligros que pueden estar expuestas y dando a las mismas, una alternativa de protección contra aquellas amenazas que no requieren de grandes inversiones ni muchos conocimientos técnicos.

Según McAfee, en Colombia solo el 8% del gasto en TI de las pequeñas y medianas empresas está destinado a la seguridad informática [1], detectando que muchas empresas no cuentan con un sistema adecuado de seguridad que permita en este caso informar al administrador de red que está ocurriendo alguna intrusión, además sea identificado *que*

**los sistemas detectores de intrusos (IDS) no reconocen todas las amenazas a las cuales están expuestos**, también, y según informes del ministerio de tecnología y comunicaciones (MinTIC), el 73 % de las Pymes colombianas sufrieron por lo menos un ataque informático (Ospino, 2016), por tanto con este proyecto se busca identificar amenazas sobre el cual está expuesto un sistema, utilizando un detector de intrusos (IDS) basado en SNORT. Se pretende que esta herramienta se convierta en un recurso de tecnología de información y comunicación (TIC) para las organizaciones y que se adapte a cualquier infraestructura de red de una organización. Con el gran crecimiento que ha tenido el uso de tecnologías de información en las Pymes de Colombia y con el incremento también del uso del internet, que según Datexco, en una encuesta realizada en septiembre de 2013, es del 60,6 %, superando ampliamente el pronóstico de 2010 (50 %), también se incrementa el número de amenazas informáticas que estas enfrentan [2], a pesar de este gran incremento y uso de tecnologías, las Pymes son vulnerables a amenazas persistentes avanzadas, siendo unas de sus principales desventajas los recursos limitados y que la seguridad en Tecnologías de información no está entre las prioridades, por lo cual la seguridad de los datos es deficiente y en ocasiones sin protección alguna, además, la mayoría de sistemas no cuentan siquiera con una protección antivirus o firewall activado y configurados correctamente. Las pymes en su constante crecimiento también tienden a ser vulnerables ante cualquier atacante.

Hoy día un administrador de red, difícilmente le queda tiempo para monitorizar la seguridad de la información, para ello se sugiere la inclusión de un CISO (oficial de seguridad de la información), quien se encargue de la implementación de controles que ayuden a mitigar el riesgo de ser vulnerado por las amenazas, por tal motivo se hace necesaria la instalación, configuración y administración del detector de intrusos en la red. El NIST (National Institute of Standards and Technology) define la detección de intrusos como el proceso de la monitorización de eventos que suceden en un sistema informático o red y análisis de dichos eventos en busca de signos de instrucciones; El NIDS (Network IDS) Snort™ es la herramienta ideal, puesto que a través de este trabajo de investigación se logró hacerle unas mejoras que permitieron detectar no solo los ataques que tenía predefinidos en sus reglas sino un ataque específico, el cual durante el proceso de investigación se indentificó y seleccionó. Luego de ejecutar cada uno de los ataques con el comando Nmap en cada organización (se tomó como referencia tres empresas enmarcadas como Pymes(por confidencialidad a éstas no se entregan nombre)), se logró determinar tres ataques específicos que no fueron reconocidos y por ende fueron el motivo de investigación, entre los cuales se encuentran:

*nmap -spooof-mac Cisco*: Ésta es una de las técnicas más simples, que se utiliza para falsificar su dirección MAC (MAC atacante en este caso Cisco), la falsificación de direcciones MAC crea una situación muy difícil para

la víctima, identificar el equipo que originó la solicitud entrante.

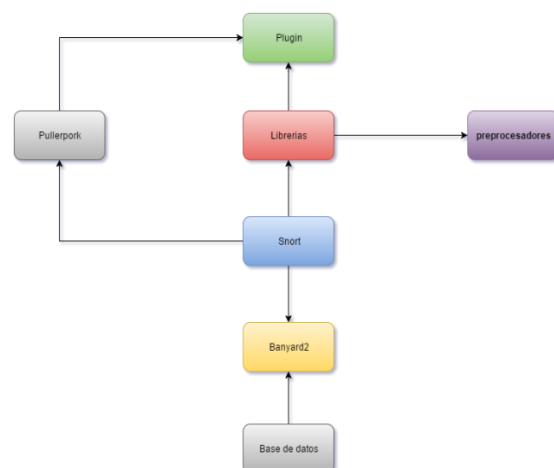
*nmap -sn -script dns-blacklist*: Comprueba las direcciones IP de destino múltiple contra DNS anti-spam y listas negras, proxy abiertos y devuelve una lista de los servicios para los que una IP se ha marcado. Las comprobaciones pueden estar limitadas por categoría de servicio (por ejemplo: SPAM, PROXY) o un nombre de servicio específico.

*Nmap -f -sS -sV -script auth*: Luego de actualizar las reglas por defecto y de elaborar la respectiva regla con este tipo de ataque se evidenció su no detección con la herramienta del Snort™, este detector de intrusos de código abierto se seleccionó por ser el ideal, dado que las efectividades de estas técnicas son basadas en firmas recientes; al comando del Nmap se le hizo una variante para que de esta forma no fuese identificado por el administrador, ni por el detector de intrusos, lo que comprobo su vulnerabilidad, a partir de éste se obtiene la nueva propuesta arquitectónica del Snort, el cual se requirió comprobar a partir de las pruebas en entornos controlados y reales.

La arquitectura del software propuesta para el Snort con su plugin ya implementada es la siguiente: al llegar un paquete de red, es analizado por el plugin o los preprocesadores (los cuales prepara los datos y los analiza con el motor de reglas); los resultados del olfateo se guardan en la base de datos, permitiendo almacenar las alertas y la información relacionada con los ataques, por último la aplicación web es la responsable de mostrar a través del servidor cualquier intrusión en el sistema.

El Snort se compone básicamente de seis módulos, a continuación en la figura 1 se evidencia su arquitectura.

**Fig. 1.** Arquitectura Snort



**Fuente:** Autores del proyecto

### 3 Experimentación

A continuación se describen las dinámicas empleadas para la evaluación del Plugin adaptado al Snort basado en el reconocimiento de vulnerabilidades de seguridad en las pequeñas y medianas empresas alineadas en un común ataque no detectado en las tres empresas analizadas:

### 3.1 Tecnologías y equipos utilizados

Para la evaluación del plugin adaptado en el snort, se tuvo en cuenta varios escenarios, entre ellos uno donde se trabajó con 3 computadoras portátiles y un servidor de pruebas, con sistemas operativos como Windows, Kali Linux, Debian, Securityonion y Ubuntu todas en sus últimas versiones (Diciembre 2017). Cada máquina requería de la instalación de virtualizadores como VMware, librerías que incluían un detector de intrusos(IDS), siendo en este caso Snort, olfateadores de red como WireShark y paquetes de Nmap, php, mysql y apache2 por parte del servidor.

Dado que se realizaron también pruebas en entornos reales en microempresas previamente seleccionadas, se requirió la utilización de su estructura de red, que en muchas ocasiones incluyó el acceso total a firewalls, antivirus, routers, switches, equipos de cómputo y dispositivos móviles.

### 3.2 Identificación de ataques

Para la identificación de los diferentes tipos de ataques, se realizaron las siguientes actividades:

#### 3.2.1 Selección de ataque

Para esto se seleccionaron 70 comandos, los cuales a simple vista son fáciles de utilizar, en herramientas como NMAP. Pero a la hora de emplearlos en la red de las empresas seleccionadas, algunas de ellas requirieron de mucho tiempo (minutos, horas) para ejecutarse, teniendo en cuenta que los computadores necesitan de suficiente espacio y capacidad de memoria para agilizar los procesos.

#### 3.2.2 Prácticas en entornos virtuales

La virtualización se conoce como la emulación de un sistema o un conjunto de sistemas que pueden integrar tanto hardware como software con el propósito de requerir menos espacio e inversión en hardware, mejor utilización de los recursos de un equipo y la mejor gestión de un sistema.

Esta práctica requirió 3 máquinas virtuales, utilizando estas como objetos iniciales de prueba, para evitar así daños en equipos de las empresas al momento de llevar las prácticas a un entorno real, y conocer la correcta configuración de cada una de las herramientas que se iban a utilizar posteriormente, como lo fue la instalación y configuración del Snort en un equipo que sería el servidor, la instalación de nmap en un equipo distinto que se reconocería como el equipo atacante, y el ultimo equipo contendría un conjunto de equipos con virtualización completa conteniendo distintos sistemas operativos emulando una oficina con 3 a 5 usuarios, todos dentro de un mismo segmento de red, iterando el equipo atacante, que tendría que emular un ataque interno en la red, como un ataque externo. Una vez realizada este tipo de ajustes, se ejecutaron los comandos seleccionados con el objetivo de conocer si eran detectados por el IDS; clasificándolos como detectados en caso de que el IDS emitiera una alarma, cuando éste no sea realizado; es decir si el ataque no se completaba, se detecto que era debido

a la falta de recursos del equipo, o por la complejidad e intervención de otros sistemas como firewalls. Siendo este último, uno de los que se le dió prioridad en este caso de estudio, y que además brindó la oportunidad de aprender ser los más cuidadosos al momento de ejecutarlos en cada una de las empresas físicamente. De la prueba anterior se obtuvo el siguiente resultado, detallado graficamente como se muestra en la figura 2.

Fig. 2. Ataques realizados en entornos virtuales

■	Ataques no realizados
■	Ataques no detectados
■	Ataques detectados



Fuente: Autores del proyecto

### 3.3 Selección de empresas y pruebas en entornos reales

Para llevar a cabo la actividad se seleccionaron tres organizaciones como empresas piloto, ubicadas en el rango de pequeñas y medianas empresas, con el objetivo de ejecutar en cada una de éstas los 70 comandos seleccionados.

Se consideró como criterio de selección en las empresas: el tamaño de la red, y la cantidad de datos que manejaba cada una de éstas, los procesos que se llevaban a nivel de seguridad informática, como la implementación de protocolos o políticas internas y externas, la cantidad de empleados y dispositivos conectados a la red, el tipo de información manejada, en este caso teniendo en cuenta que para la mayoría de empresas la información más crítica eran los datos financieros, la información de proyectos manejados y la recopilación de datos de clientes y empleados. Además, se tuvo presente en primer lugar la autorización por parte de cada empresa para la conexión, monitoreo y ejecución de comandos, procesos y subprocesos de manera controlada.

De las organizaciones, los resultados obtenidos se describen en el siguiente gráfico, ver figura 3



Fig. 3. Resultado de ataques realizados por empresa

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3
No. Ataques no realizados	16	16	14
No. Ataques no detectados	7	8	18
Ataques detectados	47	46	38

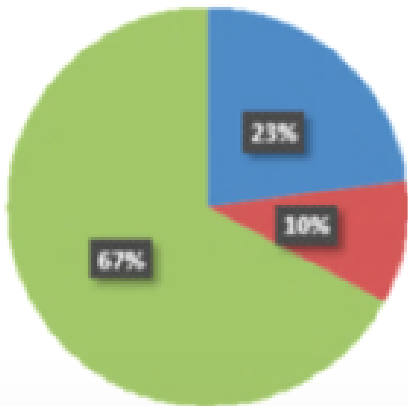
Fuente: Autores del proyecto

A partir de la figura 3 se determinó, que la empresa con servicios más críticos fue la empresa 3, con varios ataques no detectados. Realizando un estudio más detallado de cada empresa se relacionan gráficamente los resultados en porcentajes de los ataques, para cada una de las organizaciones donde se consideró que, a partir del número más alto de ataques no detectados por el Snort, sería la empresa la cual se enfocaría la investigación a realizar y tomarla como primer piloto para las posibles soluciones del problema, debido al riesgo de seguridad en las redes que presenta.

El siguiente gráfico representa el porcentaje de ataque detectados, no detectados y no realizados de la primera empresa, ver figura 4.

Fig. 4. Ataques realizados empresa 1

Ataques no realizados
Ataques no detectados
Ataques detectados



Fuente: Autores del proyecto

Esta empresa dedicada al diseño, como principal problema identificado se tienen que los accesos de los equipos que se encontraban en la red sus contraseñas estaban por defecto del fabricante, el no contar con un administrador de red y no controlar el acceso de la información a los usuarios y empleados la hacía cada vez más desprotegida.

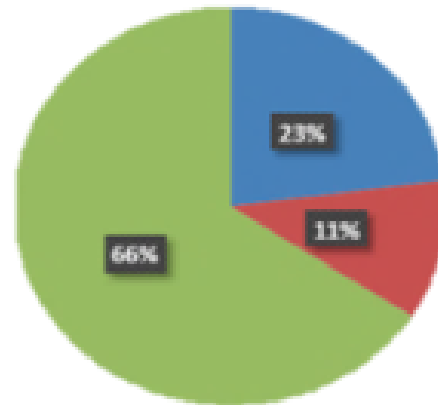
La siguiente empresa, que tiene como razón social la prestación de servicios fúnebres, que, aunque poseía una es-

tructurada red, no contaba con el soporte necesario, y donde también sus datos, provenientes de entidades de salud (IPS) y prestadores de servicios de salud(EPS) no tienen el más mínimo control de acceso por parte de sus empleados, o cualquier usuario que pudiera “husmear” en la red interna. Al igual que la anterior empresa, está, no contaba con un administrador de red permanente o personal capacitado en caso de ocurrir algún incidente de tipo informático.

El resultado a los ataques ejecutados en la empresa 2, que se muestran en el siguiente gráfico. ver figura 5.

Fig. 5. Ataques realizados empresa 2

Ataques no realizados
Ataques no detectados
Ataques detectados

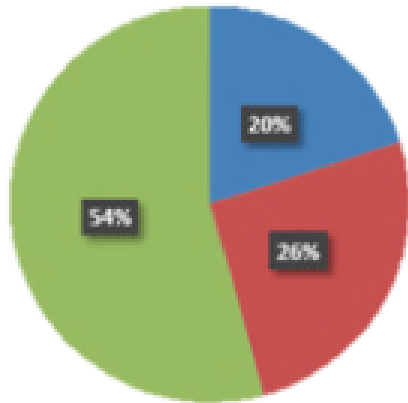


Fuente: Autores del proyecto

Finalmente, la última empresa seleccionada para las pruebas se diferenció de la dos anteriores por ser la que mejor estructurada en cuanto a infraestructura como en organización, teniendo un alto tráfico de datos en su red interna, el cual aportó significativamente en los ataques realizados, y aunque contaba con más tecnología para la protección de la red, entre ellos un firewall; los ataques detectados se vieron reducidos hasta un 54 %, cabe destacar que en cada empresa, las pruebas se realizaron hasta un promedio de 5 veces por ataque para corroborar la veracidad de la información obtenida. De esta última empresa, se obtienen el los siguientes resultados, ver figura 6.

Fig. 6. Ataques realizados empresa 3

Ataques no realizados
Ataques no detectados
Ataques detectados



Fuente: Autores del proyecto

Finalmente, con los datos obtenidos, se logró concatenar y cruzar dicha información, extrayendo los datos de las prácticas realizadas en los entornos virtuales como en los entornos reales. Determinando de acuerdo a las creaciones de reglas del Snort y el diseño de adaptación del plugin, si era necesaria la creación de la regla pertinente que advirtiera el ataque, o en el mejor de los casos, si el ataque se podía detener mediante la creación de reglas en un firewall conjunto al IDS, donde en la mayoría de los casos, los ataques comunes como no detectados fueron resueltos a través de este método, sin embargo, de la lista de comandos mencionada, 3 de los ataques no lograron detectarse con éxito ni poder realizar regla alguna que pudiera prevenir dicho ataque. Tal cual se muestra en la figura 7, donde se relaciona el número de identificación de cada ataque que no fue detectado por el Snort, con el propósito de seleccionar los ataques comunes que se presentaron en cada organización, para posteriormente realizar un trabajo de selección sobre cada uno de estos.

Fig. 7. Ataques comunes en las empresas

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3
Número de identificación de ataque no detectado	5, 21, 22, 23, 25, 26, 27	22, 23, 25, 26, 27, 35, 58, 67	2, 3, 5, 21, 23, 26, 27, 52, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67
Número de identificación de ataques comunes	23, 26, 27	23, 26, 27	23, 26, 27

Fuente: Autores del proyecto

Dando como resultado, los siguientes comandos ejecutados a través de la herramienta nmap, que persistieron como no detectados, siendo este último el seleccionado:

- (23) nmap -spooof-mac Cisco:
- (26) nmap -sn -script dns-blacklist
- (27) nmap -f -sS -sV - script auth

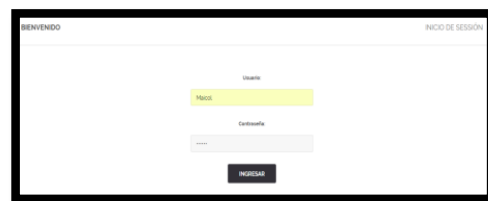
Estas listas de comandos, aunque se evidencian como simples, pueden llegar a mostrar una gran cantidad de información.

### 3.3.1 Descripción del prototipo

Como producto de los requerimientos tomados se obtuvieron las siguientes interfaces para hacer más usable, accesible e interactiva la mejora introducida al Snort hacia los administradores de red.

A continuación, en la figura 8 se muestra la implementación del requerimiento AUTENTICAR USUARIO para tener acceso a la consola web del prototipo.

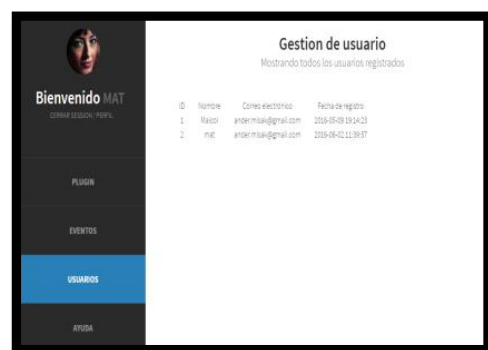
Fig. 8. Prototipo de Autenticar Usuario



Fuente: Autores del proyecto

En la figura 9 se evidencia el requerimiento GESTIONAR USUARIO, donde se encuentra todos los usuarios registrados en el sistema.

Fig. 9. Prototipo de gestionar usuario



Fuente: Autores del proyecto

El plugin almacena un log con eventos detectados en caso de incurrir el ataque seleccionado, que mediante un preprocesador, y utilizando las librerías de captura de tráfico, logra comparar el ataque enviado con un patrón que

contiene los parámetros para detectar este ataque, ver figura 10.

Fig. 10. Parámetros de preprocesador

```
preprocessor portscan! : ignorebc 1 \
analyze_thr_lower 100 \
analyze_thr_upper 1600 \
sense_level 0.05 \
net_topology 0 \
log_method 1
```

Fuente: Autores del proyecto

A continuación la figura 11 es producto del requerimiento VISUALIZAR REPORTE, donde se muestran los eventos del ataque registrados en el plugin con los demás eventos de la red, los cuales se visualizan en la consola web, entre ellos los registros de logs, el número de conexiones, número de paquetes registrados y el número de peticiones realizados para cada host.

Fig. 11. Prototipo de Visualizar Reportes



Fuente: Autores del proyecto

En la figura 12 se muestra el requisito implementado CONSULTAR BASE DE DATOS, donde se observan todos los ataques almacenados en la base de datos basándose en las reglas, con el nombre de cada ataque y la hora de captura del ataque y la prioridad del ataque registrado.

Fig. 12. Prototipo de Consultar base de datos



Fuente: Autores del proyecto

#### 4 Conclusiones

El trabajo desarrollado permite a las pequeñas y medianas empresas tener una alternativa de bajo costo y eficiente, basados en la utilización del Snort mejorado gracias a la implementación del plugin y de esta manera reducir un poco los riesgos a nivel de seguridad en redes, el cual puede poner en riesgo la protección de la información.

Muchas de las empresas, después del trabajo realizado, tomaron medidas para la protección de los datos, por lo que se logró un importante cambio para estas organizaciones, como es la concientización del riesgo de las amenazas informáticas.

Con esta investigación se detectó que el Snort no es 100% seguro, por lo tanto, mediante la modificación del mismo, se logró optimizar la detección de más ataques.

El caso de estudio anterior conlleva a plantear muchas soluciones posibles, que van desde las modificaciones en las estructuras de red, la creación de políticas seguridad tanto como manuales o guías de buenas prácticas que definan métodos y acciones en pro de la reducción de riesgo expuesto por parte de los activos, en este caso la información de la empresa, basándose en estándares de seguridad, siendo una de ellas la ISO/IEC 27002[8], por ser guía de buenas prácticas.

Otra de las opciones es continuar mejorando del IDS mediante la adaptación de plugins, específicamente para los ataques encontrados como no detectados, logrando generar una versión mejorada que no únicamente emita alertas, sino que también sea capaz de tomar medidas en caso de detectarse algún ataque, como lo puede ser la integración de un firewall (Hardware o Software) convirtiéndolo en un sistema de prevención de intrusos (IPS).

Por último, se tiene la disminución de los riesgos de tipo informático no solo dependen de la implementación de protocolos y sistemas de prevención, en muchos de los casos la protección de la información va desde la concientización del usuario y el manejo adecuado que esté le dé a los datos.

#### Referencias Bibliográficas

1. M. Santos, "Los retos de seguridad para las Pymes," 2013.
2. "El 50% de empresas latinoamericanas sufrió ataques informáticos," 2013.

# Prueba de concepto sobre aplicaciones web siguiendo la metodología OWASP utilizando dispositivos SBC de bajo costo

Andrés Muñoz Mayorga<sup>1\*</sup>, Santiago Pérez Solarte<sup>1</sup> y Siler Amador Donado<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de electrónica y telecomunicaciones, Programa de ingeniería de sistemas, Universidad del Cauca

\*felipemunoz@unicauca.edu.co

## Resumen

Actualmente la información está interconectada en la red. Los productos ofrecidos en Internet son cada vez más y están en constante evolución, el modo de manipular la información y sus transacciones se adaptan al contexto social, económico y tecnológico. Tal aumento afecta la cantidad de datos a manejar, la información sensible de los clientes y las organizaciones, por lo que se requiere que las empresas involucradas en este entorno puedan probar la seguridad en la infraestructura de red. El modo de probar esto es a través de un examen, que simula el comportamiento de un atacante a través de una prueba de concepto en un entorno controlado, con el fin de identificar vulnerabilidades en la organización. El objetivo de este artículo es analizar de manera eficiente y efectiva las vulnerabilidades más comunes, siguiendo la metodología OWASP, a través de un experimento controlado dentro de una organización, utilizando hardware prototipo y software construido por SBC de bajo costo que permite automatizar tanto el proceso de pentesting como la generación de informes para determinar la gravedad de los riesgos.

**Palabras clave:** Prueba de concepto, identificar vulnerabilidades, metodología OWASP, SBC, Raspberry Pi.

## Abstract

*Currently the information is interconnected in the network. The products offered on the Internet are increasing and constant evolving, the mode to manipulate the information and their transactions are adapted to the social, economic and technological context. Such an increase affects the amount of data to be handled, the sensitive information of the clients and the organizations, so it is required that the companies involved in this environment are able to test the security in the infrastructure of red. The mode to prove this is through an examination, simulating the behavior of an attacker through proof of concept in a controlled environment, in order to identify vulnerabilities in the organization. The purpose of this article is analyze efficiently and effectively the most common vulnerabilities, following the OWASP methodology, through a controlled experiment within an organization, using prototype hardware and software built by SBC of low cost that allows automating both the pentesting process and the generation of reports to determine the severity of risks.*

**Key words:** Proof of concept, Identify vulnerabilities, OWASP methodology, SBC, Raspberry Pi.

## 1 Introducción

### 1.1 Definición

El pentesting (prueba de penetración traducida al español) sobre aplicaciones web es un método utilizado para evaluar la integridad y seguridad de las aplicaciones mediante métodos de validación y verificación de la eficacia en los controles de seguridad que implementan las aplicaciones web [1]. En un alto nivel, esto significa, demostrar confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos así como del servicio. El pentesting es el “arte” de probar el funcionamiento de las aplicaciones web de forma remota para encontrar vulnerabilidades de seguridad, sin conocer el funcionamiento interno de la aplicación en sí (prueba de caja negra). Normalmente, el equipo de pentesting tendría acceso a una aplicación como si fueran usuarios. El probador actúa como un atacante e intenta encontrar y explotar vulnerabilidades. En muchos casos se le dará una cuenta válida en el sistema [2].

Actualmente, muchas personas usan el pentesting como su principal técnica de prueba de seguridad, más no se debe considerar como la única técnica para realizar pruebas de seguridad. Gary McGraw en [3] resumió el pentesting cuando dijo: "Si fracasas en una prueba, sabes que realmente tienes un problema muy grave. Si pasas una prueba, no sabes que problemas graves puedes tener en tu organización". Sin embargo, las pruebas de penetración enfocadas (es decir, las pruebas que intentan explotar vulnerabilidades conocidas detectadas en revisiones anteriores) pueden ser útiles para detectar algunas vulnerabilidades específicas que en realidad están en el código fuente de la aplicación web.

## 2 ACONTECIMIENTOS

### 2.1 Contexto mundial

Un reporte a nivel global realizado por la firma DataSec analiza y presenta el estado de la seguridad sobre aplicaciones web analizadas desde el 1 de Abril del 2015 hasta

el 16 de Marzo del 2016 [4]. Según los datos obtenidos reveló que las vulnerabilidades con mayor recurrencia y de alta preocupación fueron: Cross-Site Scripting (XSS) y SQL Injection (SQLI) con porcentajes del 25 % y 35 % respectivamente en el 2016. Según el documento OWASP Top 10 del año 2017 [5] las vulnerabilidades de SQLI y XSS proporcionan una serie de vectores de ataque que si son utilizados por un agente malicioso pueden causar un impacto negativo tanto a nivel técnico como para el negocio. Otra vulnerabilidad destacada es Vulnerable JavaScript Libraries la cual duplica el porcentaje que tuvo en el año 2015, el cual fue del 15

## 2.2 Contexto continental

A nivel continental se encuentran estadísticas durante la 7ma Cumbre Latinoamericana de analistas de seguridad [6], donde el equipo de Kaspersky Lab da a conocer que Brasil, México y Colombia son los países latinoamericanos con mayor número de ataques de malware en lo que va el 2017, con cifras del 53 %, 17 % y 9 % respectivamente. La mayoría de los ataques fueron realizados vía web con una cifra alarmante del 85 %, en otras palabras, ataques hacía servidores web compuestos por inserción de código malicioso, cuyo objetivo principal es el robo de datos e información sensible de las organizaciones. Mientras que el 15 % restante se realizó por medio de correo electrónico, donde se destaca el envío masivo de software malicioso como troyano o ransomware que aprovechan las vulnerabilidades de los sistemas operativos para poderse propagar.

## 2.3 Contexto regional

En el contexto colombiano, el 9 de enero del año 2018 fue lanzado el censo (censo online) por parte de la entidad estadística del país llamada Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia, o por sus siglas DANE. Esto con el fin de saber cuántas personas viven en cada rincón del país, la condición en la que viven, la conformación del hogar, el nivel de educación, etc. A mediados de dicho mes, se dio a conocer mediante un weblog una vulnerabilidad presente sobre la aplicación web donde se encuentra el censo [7]. La autora hace referencia a la forma en cómo la aplicación almacena las contraseñas de los usuarios registrados, mencionando que la misma envía un mensaje vía email dónde la contraseña es perfectamente apreciada en texto plano, así mismo, al solicitar la recuperación de la cuenta. Esto viene siendo una falla grave, ya que, si se presenta el escenario dónde un agente malicioso hurta la base de datos, podría leer y utilizar todas las cuentas de los usuarios registrados en el aplicativo web, incluso puede intentar reutilizarlas en otros sitios como Outlook o Gmail.

Lo anterior indica que muchas organizaciones no realizan de manera adecuada el proceso de pruebas de seguridad dentro del ciclo de desarrollo del software sobre sus productos, dejando vulnerable a la organización ante posibles ataques, comprometiendo la integridad de los datos de los

clientes y a las personas de la organización, incluso puede ocasionar pérdida de dinero y una mala reputación ante la sociedad. Las pequeñas y medianas empresas son las más afectadas, por esa misma razón, se ve la necesidad de implementar una herramienta que automatice el pentesting sobre aplicaciones web con un costo que pueda ser asequible por tales empresas, ya que, las herramientas comerciales que están hoy en día en el mercado, como por ejemplo Acunetix, la licencia anual oscila entre \$28'000.000 y 35'000.000 de pesos colombianos.

## 3 MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Caracterización de los Dispositivos SBC

Para esta investigación, se pretende analizar un conjunto de dispositivos SBC de bajo por medio de unos criterios de evaluación que ayuden a identificar y clasificar los más pertinentes según sus características para llevar a cabo el desarrollo de la propuesta. Con el fin de identificar cuáles de los dispositivos SBC eran los más adecuados para la ejecución de las diversas tareas que demanda un pentesting, así mismo manteniendo la portabilidad y economía del prototipo, se tomaron las siguientes características que fueron consideradas como las más relevantes a la hora de realizar el proceso de evaluación:

- 1) Precio (COP).
- 2) Procesador.
- 3) Memoria RAM.
- 4) Conexión Ethernet.
- 5) Conexión WI-FI.
- 6) Sistemas operativos que soporta.

El objetivo principal de los criterios de evaluación de selección es asegurar una apropiada evaluación para cada dispositivo SBC de bajo costo, con el fin de obtener los mejores y que son considerados aptos para el desarrollo de la propuesta. Los criterios de evaluación se establecieron de la siguiente manera:

Primero se estableció una valoración general que será aplicada a cada característica del dispositivo. La valoración se divide en un valor cuantitativo y cualitativo así: MA (muy alto) = 1, A (alto) = 0.5, M (medio) = 0,25, B (bajo) = 0. Luego se establecieron rangos con respecto a las especificaciones que corresponden a cada característica del dispositivo a evaluar unido con la valoración general. A continuación, en la tabla 6 se muestra la distribución mencionada

A continuación, la tabla 1 muestra de una forma resumida los resultados obtenidos después de aplicar los criterios de evaluación de selección para cada dispositivo SBC. Los resultados son presentados de la siguiente manera: cada dispositivo se encuentra enumerado por la columna ID, seguido de su correspondiente nombre en la columna Dispositivo. La columna Total está dividida en otras dos columnas llamadas Cuantitativo y Cualitativo. El valor cuantitativo es la sumatoria de cada multiplicación entre el porcentaje de cada característica correspondientes a la



sección criterios de selección de dispositivos SBC, por el valor de la columna métrica.

El valor cualitativo representa el nivel de aptitud de cada dispositivo, para eso se definieron ciertos rangos: se considera MUY ALTO cuando el valor cuantitativo es mayor que 0,7, ALTO cuando el valor supera el 0,5 pero menor que 0,7, MEDIO cuando el valor se encuentra entre 0,3 y 0,5, finalmente BAJO representa un valor inferior a 0,3. Cabe resaltar que no se muestra la totalidad de los 40 dispositivos SBC que fueron sometidos a la evaluación de calidad por fines prácticos.

**Tabla 1.** Los 5 mejores dispositivos SBC para el desarrollo de la propuesta.

ID	Dispositivo	Total	
		Cuantitativo	Cualitativo
1	Banana Pi BPI-M2 Ultra	0,885	MUY ALTO
2	Orange Pi Prime	0,8125	MUY ALTO
3	NanoPi M2A	0,81	MUY ALTO
4	RaspBerry Pi 3 Model B	0,75	MUY ALTO
5	Firefly-ROC-RK3328-CC	0,7125	MUY ALTO

Una vez evaluados los distintos SBC disponibles en el mercado para llevar a cabo el proyecto de investigación se consideró seleccionar el dispositivo RaspBerry pi 3 Model B. La razón fundamental de la elección se basa en que este sistema presenta la mejor relación potencia/precio de los analizados y soporta el sistema operativo kali Linux el cual se pretende utilizar para poder realizar las pruebas de pentesting. Cabe destacar también el reducido tamaño del dispositivo, lo que redundará en un sistema final más compacto y fácil de manejar.

### 3.2 Diseño e implementación

El clúster ha sido diseñado para realizar procesos de manera eficaz y eficiente, de tal manera está orientado a realizar tareas en paralelo, lo cual permite ejecutar diferentes procesos al mismo tiempo y mejorar el rendimiento general del sistema, evitando así el cuello de botella con los procesos secuenciales. Además, sigue una arquitectura maestro/esclavo donde un dispositivo maestro asigna trabajo a dispositivos esclavos para lograr optimizar los recursos del clúster.

En este trabajo se utilizaron cables de red y un switch Ethernet para conectar todos los dispositivos. La interconexión utilizada fue una topología de estrella para proporcionar comunicaciones entre los diferentes nodos implementando la interfaz de paso de mensajes (MPI) debido a la estandarización, rendimiento, portabilidad, funcionalidad y la disponibilidad con el clúster Beowulf.

Para el montaje del clúster se utilizaron cuatro componentes principales: hardware, Sistema Operativo especializado en el pentesting como Kali Linux, librería MPI y un switch Ethernet. En nuestro caso hemos elegido la RaspBerry Pi 3 modelo B como el tipo hardware, A continuación, en la tabla 2 se muestra el listado de los materiales para el montaje del clúster

**Tabla 2.** Presupuesto de los materiales para la construcción del clúster

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Raspberry pi 3 modelo B	6	145.000	870.000
Fuente de alimentación	1	55.000	55.000
Switch 10/100 8 puertos	1	40.000	40.000
Tarjeta micro SD 16 GB clase 10	6	30.000	180.000
Cable de red UTP R-J45 Cat 5e	7	2000	14.000
Total		272.000	1.159.000

Para la configuración del cluster primero se configuró el dispositivo maestro para la instalación de la librería MPI, luego se configuran los dispositivos esclavos en el mismo segmento de red para poder ejecutar las pruebas de manera paralela y distribuida. Por último se desarrollaron las diferentes scripts en el lenguaje interpretado Python en su versión 3.x para ejecutar las pruebas y realizar el pentesting sobre las aplicaciones web.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección nuestro estudio experimental que fue realizado sobre una aplicación web organizacional. Incluimos el ambiente de pruebas que se utilizó para llevar a cabo el pentesting. Mencionamos la metodología que fue usada a lo largo de todo el proceso. Incluimos las herramientas utilizadas para llevar a cabo la medición apropiada de los riesgos. Por último, mostramos los valores cuantitativos y cualitativos de los resultados.

### 4.1 Ambiente de pruebas

Para llevar a cabo el pentesting, todas las pruebas fueron realizadas en un ambiente controlado, destinado para realizar pruebas de seguridad, sin afectar el rendimiento y disponibilidad de la aplicación real. El acceso a la aplicación web fue posible de dos maneras: (i) por medio de la red de área local (LAN) de la organización y (ii) por medio de una red privada virtual (VPN) para ejecutar las pruebas por fuera de la red interna. La mayoría de pruebas se realizaron internamente, debido a que el software Forticlient presentaba problemas de conexión al intentar acceder a la VPN, debido a que hasta el momento no hay un soporte oficial para sistemas basados en Linux.

### 4.2 Metodología de pruebas

Para realizar un pentesting exitoso se debe crear un plan de pruebas antes de ejecutar cualquier prueba [8]. Por esa misma razón la elección de una metodología enfocada al pentesting provee una gran ayuda al pentester para seguir los objetivos planteados, organizar los procesos y a la preparación de las actividades. Actualmente existen varias metodologías, pero para este caso se requiere una metodología enfocada al pentesting sobre aplicaciones web como lo es OWASP Testing Guide en su versión 4 [9], creada por el proyecto OWASP (Open Web Application Security Project). La elección de esta metodología se basó en tres indicadores soporte, planeación y cobertura. Por la parte del soporte se tiene que la metodología OWASP Testing Guide v4 provee actualizaciones constantes cada 3



o 4 años, que a comparación de OSSTMM, PTES, o NIST SP 800-115 no cumplen. La planeación se refiere a la ayuda que necesita el pentester para poder planificar los objetivos, alcance y herramientas en las actividades posteriores, OWASP Testing Guide v4 proporciona un gran abanico de herramientas ejemplos de cómo realizar cada una de las pruebas que menciona, así mismo, es posible encontrar una sección dedicada a la fase previa de las pruebas. Por último, está la cobertura, aunque OWASP Testing Guide no es una metodología tan flexible como OSSTMM, o ISSAFF, si está enfocada al área de pentesting sobre aplicaciones web, característica que no poseen las demás.

### 4.3 Medición de riesgos

Es de gran importancia la elección de un framework que ayude a calcular y analizar los riesgos asociados a las vulnerabilidades encontradas, ya que permite que el pentester no se pierda en el proceso evitando el incumplimiento de los objetivos. El framework elegido en este caso fue el OWASP Risk Rating Methodology, el cual hace parte de la metodología de pentesting que fue mencionada anteriormente.

OWASP Risk Rating Methodology, propone una matriz de riesgo mediante la fórmula riesgo = probabilidad x impacto, la cual permite un análisis cualitativo del riesgo asociado a cada vulnerabilidad [10] (mirar Fig 1)

Fig. 1. Cálculo del riesgo según OWASP

		Overall Risk Severity			
		HIGH	Medium	High	Critical
Impact	MEDIUM	Low	Medium	High	High
	LOW	Note	Low	Medium	Medium
		LOW	MEDIUM	HIGH	
		Likelihood			

Fuente: [10]

Además, el framework propone una herramienta que permite calcular de forma cuantitativa el impacto y la probabilidad de cada vulnerabilidad encontrada. Los factores para estimar la probabilidad se dividen en dos: (i) Factor de agente de amenaza, el objetivo es estimar la probabilidad de un ataque exitoso por parte del grupo de amenaza. (ii) Factor de vulnerabilidad, el objetivo al igual que el factor de agente de amenaza, es estimar la probabilidad de que la vulnerabilidad encontrada sea descubierta y explotada.

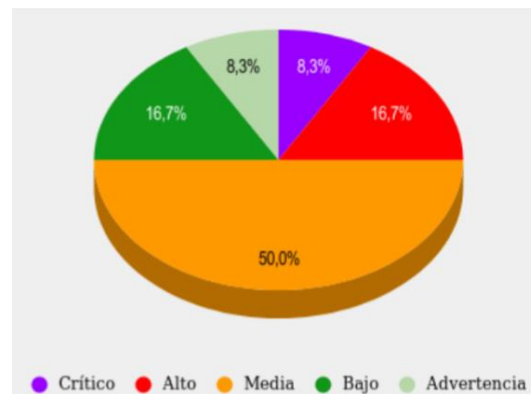
Por otro lado están los factores de impacto, que son divididos nuevamente en dos factores: (i) Factor del impacto técnico, el objetivo de este factor es estimar la magnitud del impacto en la aplicación, si la vulnerabilidad es explotada. (ii) Factor del impacto de negocio, este último factor a diferencia de los otros, se enfoca a evaluar el impacto comercial que puede causar la explotación de la vulnerabilidad, en otras palabras, se habla en términos de pérdida de dinero y reputación.

Para poder realizar el pentest se utilizó el lenguaje de programación interpretado Python en su versión 3.x por las siguientes razones:

- Las librerías disponibles para este lenguaje pueden ser usadas y/o modificadas para nuestro proyecto.
- Gracias a su baja curva de aprendizaje se pueden desarrollar sin gran esfuerzo los scripts necesarios que permiten mapear la metodología a la implementación.
- La mayoría de herramientas relacionadas a nuestro trabajo están desarrolladas originalmente en Python por lo que se puede modificar alguna herramienta y adaptarla al proyecto.

En la tabla 3, se presenta de forma resumida en términos de severidad la cantidad de vulnerabilidades encontradas en la aplicación web junto con una breve acción correctiva para cada vulnerabilidad. La distribución de riesgo de cada vulnerabilidad encontrada se refleja en la figura 2.

Fig. 2. Vulnerabilidades encontradas en términos de riesgo.



El número de vulnerabilidades consideradas como Crítica fue de 1 con un porcentaje de 8,3%, las consideradas como Alta fueron 2 con porcentaje del 6,7%, las vulnerabilidades con severidad del riesgo Media fueron las más recurrentes, siendo 6 con un porcentaje del 50%. Las consideradas como Bajo y Advertencia fueron 2 y 1 recurrencias con un porcentaje de 16,7% y 8,3% respectivamente.

Tabla 3. Escala de evaluación

Severidad	No	Acción
Crítico	1	Ejecutar la estrategia de mitigación inmediatamente
Alto	2	Requiere atención inmediata
Medio	6	Seleccionar como prioridad
Bajo	2	Gestionar mediante un proceso rutinario
Avertencia	1	Gestionar mediante un proceso rutinario

En la tabla 4, se puede observar las diferentes vulnerabilidades que fueron descubiertas y confirmadas en todo el proceso del pentest. Por razones seguridad y confidencialidad no se divulgan detalles sobre la aplicación web o los exploits que pueden ser usados para cada vulnerabilidad encontrada.

Tabla 4. Vulnerabilidades encontradas

Categoría	Control	Riesgo	Clasificación
Recopilación de información	Enumerar aplicaciones sobre el servidor web	MEDIO	A5
	Mapas de las rutas de la aplicación	BAJO	A5
	Huella dactilar del framework web	MEDIO	A5
	Huella dactilar del servidor web	MEDIO	A5
	Mapa de la arquitectura de la aplicación	MEDIO	A5
Gestión de configuración e implementación	Configuración de la infraestructura de la red	MEDIO	A5
	Configuración de la plataforma de la aplicación	MEDIO	A5
Gestión de la identidad	Definición de roles	ADVERTENCIA	A4
Autenticación	Transporte de credenciales por un canal cifrado	CRÍTICO	A6
	Mecanismo de bloqueo débil	ALTO	A2
Autorización	Directorios transversales	ALTO	A5
Criptografía	Cifrado SSL/TLS débil y protección insuficiente en la capa de transporte	BAJO	A6

Las vulnerabilidades listadas en la tabla 4 son agrupadas por la severidad del riesgo (Crítico, Alto, Medio, Bajo, Advertencia) así como se muestra en la figura 4. Las vulnerabilidades son enumeradas con respecto al orden de las subcategorías que plantea la metodología OWASP Testing Guide en su versión 4. Es preciso resaltar, que todas las vulnerabilidades fueron confirmadas y pueden comprometer uno de los vectores de seguridad como: la integridad, la confidencialidad y disponibilidad.

Luego de completar todo el proceso del pentest, se analizó cada vulnerabilidad y se clasificaron en los respectivos A's como propone el documento OWASP TOP 10 2017 [5]. Mala configuración de seguridad (Security Misconfiguration) fue la vulnerabilidad más recurrente de todas las 10. Este tipo de vulnerabilidad puede ser peligrosa ya que, la aplicación web no cuenta con los mecanismos de seguridad necesarios o no se ha configurado correctamente los componentes que conforma la totalidad del sistema, como lo es el servidor web, el servidor de bases de datos, framework de desarrollo, etc.

Tomado la única vulnerabilidad crítica como ejemplo, es posible navegar por toda la estructura de la aplicación, dando oportunidad a cualquier agente de amenaza descargar archivos confidenciales que puedan comprometer la integridad tanto de la organización como la de los clientes.

## 5 CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se intentó realizar la mayoría de las pruebas más relevantes que propone la guía OWASP Testing Guide V4, algunas no se lograron realizar debido a que la aplicación no se encontraba en ambiente de producción y en ocasiones no era posible establecer la conexión mediante la VPN.

Las vulnerabilidades encontradas en una aplicación web se pueden explotar de muchas maneras, ocasionando pérdida o fuga de información sensible y comprometiendo financieramente la organización. Lo más importante al realizar un pentesting es priorizar los riesgos para remediar o mitigar los hallazgos encontrados de manera oportuna.

## Referencias Bibliográficas

1. E.-i.-c. J. Kretowicz, "TEAM :HAKIN9," *IT SECURITY MAGAZINE*, vol. 11, pp. 37–49, 2012.
2. M. Meucci and A. Muller, "Testing Guide 4.0," no. Cc, 2014.
3. A. Austin, C. Holmgreen, and L. Williams, "A comparison of the efficiency and effectiveness of vulnerability discovery techniques," *Information and Software Technology*, vol. 55, no. 7, pp. 1279–1288, 2013.
4. Acunetix, "Web Application Vulnerability Report," pp. 1–27, 2016.
5. OWASP, "OWASP Top 10 - The Ten Most Critical Web Application Security Risks," *Owasp*, p. 22, 2017.
6. Kaspersky Lab, "33 ataques por segundo: Kaspersky Lab registra un aumento del 59% en ataques de malware en América Latina | Kaspersky Lab LATAM," 2017.
7. Juliana Peña, "Actualización: Las contraseñas del eCenso no están precisamente guardadas en texto plano, pero sigue siendo muy feo el asunto," 2018.
8. F. Holik and S. Neradova, "Vulnerabilities of modern web applications," *2017 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2017 - Proceedings*, pp. 1256–1261, 2017.
9. T. Vieira and C. Serrao, "Web security in the finance sector," pp. 255–259, IEEE, Dec. 2016.
10. Owasp, "OWASP Risk Rating Methodology," *Owasp*, pp. 1 – 5, 2013.



# Inteligencia de Negocios: Análisis y Visualización de Datos Clínicos usando la metodología Cuantitativa, Caso de estudio: Laboratorio Clínico con Tableau

José Antonio Carrillo Zenteno<sup>1\*</sup> y Danny Patricio Andrade Cárdenas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Tecnologías de la Información y Comunicación,  
Universidad Católica de Cuenca - Ecuador

\*jacarrilloz@ucacue.edu.ec

## Resumen

Debido a la digitalización y nuevas formas de información, los datos procedentes del sector de la salud han experimentado un crecimiento notorio y exponencial, por lo que es necesario analizarla y convertirla en conocimiento empleando herramientas de Inteligencia de Negocios. El objetivo del presente documento es realizar la visualización y análisis de datos de un Laboratorio Clínico utilizando para ello la herramienta de Inteligencia de Negocios Tableau.

**Palabras clave:** Inteligencia de Negocios, Salud, Tableau.

## Abstract

*Due to digitization and new ways of information, the data coming from the health field have experimented a notorious and exponential growth; therefore, it is necessary to analyze and convert them into knowledge using business intelligence tools. The aim of the present paper is to carry out the visualization and analysis of the data from a clinical laboratory using for it the Tableau business intelligence tool.*

**Key words:** Business Intelligence, Health, Tableau.

## 1 Introducción

El campo de la salud se enfrenta a un aumento significativo del volumen de datos relacionados con información rutinaria que en muchas ocasiones es más abrumadora que útil, por lo que es relevante utilizar Inteligencia de Negocios para descubrir conocimiento que permita mejorar los procesos organizativos y aquellos relacionados con el paciente.

El objetivo del presente artículo es proporcionar una visión de la utilidad de Inteligencia de Negocios para la visualización y análisis de datos. El documento se encuentra organizado de la siguiente manera: la primera parte se enfoca una revisión teórica de Inteligencia de Negocios, Inteligencia de Negocios en la Salud y la herramienta informática Tableau. A continuación, se aplica la herramienta de Inteligencia de Negocios Tableau a los datos de un Laboratorio Clínico. Finalmente se presenta un análisis de la información obtenida.

## 2 Revisión de la literatura (bibliografica)

### 2.1 Inteligencia de Negocios

[1], Inteligencia de Negocios o Business Intelligence (BI), es la capacidad de recopilar datos de múltiples fuentes dentro de una organización y presentar en un formato amigable a los usuarios finales, de manera que refuerce

los objetivos estratégicos y ayude a la toma de decisiones oportunas e informadas [2]. BI consigue este objetivo a través del uso de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten extraer conocimiento [3], manejando grandes volúmenes de datos [4], convirtiéndolos en información y conocimiento [5] útil para la gestión, control y administración estratégica [6], permitiendo a las organizaciones adaptarse y sobrevivir en un entorno cambiante [7].

Por otro lado, a decir de [8] BI son sistemas dinámicos que permiten recopilar, almacenar y procesar datos para el análisis y utilización de la información resultante, y cuyos componentes son: a) Procesamiento analítico en línea, es la forma en que los usuarios navegan a lo largo de varias dimensiones; b) Análisis avanzado, permite analizar datos usando estadísticas y otras técnicas cuantitativas para predecir y mostrar patrones; c) Almacén de datos, integra numerosos registros de la organización para tareas de agregación y consulta y, d) Funciones en tiempo real, para el análisis y distribución de información en tiempo real.

### 2.2 Inteligencia de Negocios en la Salud

Con la creciente cantidad de datos tanto actuales como históricos BI cobra especial importancia [9] por la necesidad de que las organizaciones aprovechen e interpreten la gran cantidad de información disponible [10]; uno de los sectores con un crecimiento exponencial de la información

es el de la salud, así se estima que para el año 2020 el volumen de datos crecerá a 25,00 petabytes (10<sup>15</sup> bytes) [11].

Debido a que la cantidad de datos generada es significativa, es relevante utilizar BI para analizar la información y tomar decisiones [12]. La gran heterogeneidad de los datos provenientes de diferentes fuentes como: contabilidad y facturación electrónica, datos clínicos, lecturas de equipos de laboratorio, resultados de pruebas, registros de ingreso y alta del hospital, prescripciones en papel, radiografías, resonancia magnética, tomografía y otras imágenes, entre otras [11], se puede abordar mejor a través de herramientas BI [13]. Así mismo, BI proporciona una amplia gama de análisis para mejorar la toma de decisiones relacionadas con áreas funcionales como: planificación de recursos, prestación de atención, ciclo financiero y de ingresos [13]; de la misma forma, BI ayudará a mejorar la atención al paciente, reducir costos y optimizar la provisión del servicio [14].

A decir de [15], BI se utiliza para lograr iniciativas estratégicas como el margen operativo, rendimiento de inversiones estratégicas e índices de calidad de atención, mejora el trabajo de la organización asegurando que se cumplan los objetivos del sector de la salud, utilizando herramientas que permiten crear informes y cuadros de mando sobre la base de datos recopilada, para luego ser analizadas. Es así que BI en la salud puede ser definida como los procesos y tecnologías utilizadas para obtener información valiosa y oportuna sobre datos clínicos y de negocios, recopilados rutinariamente, que pueden ser usados para un aprendizaje continuo que permita al sistema de salud llevar a cabo mejor la vigilancia y respuesta de enfermedades, focalización de servicios de salud, optimizar la toma de decisiones, gestión de información errónea, reducción de daños, evitar errores costosos y avanzar en la investigación [16].

### 2.3 Tableau: Aplicación Informática para Inteligencia de Negocios

Según investigación realizada por el grupo de consultoría Gartner, se identifican una gran variedad de aplicaciones y proveedores de software para BI; en este sentido, ubica a Tableau como una de las herramientas líderes en visualización y análisis de datos [17], como se evidencia en la Figura 1.

Fig. 1. Cuadrante Mágico de Gartner de Plataformas para Análisis e Inteligencia de Negocios



Fuente: <https://info.microsoft.com/ww-landing-gartner-bi-analytics-mq-2018.html>

Tableau es una herramienta potente de cuadros de mando y análisis de datos, que permite conectarse a los datos en tiempo real y convertirlos en información, descubriendo, analizando e identificando tendencias en segundos [18], así la información podrá ser compartida por usuarios cotidianos en el sector de la salud, descubrir respuestas con datos de múltiples sistemas para revelar tendencias y valores atípicos; y, facultar a cada área para explorar sus propios datos; que permitiendo a las organizaciones de salud ver y comprender los datos de forma rápida y sencilla, favoreciendo la toma de decisiones; [19].

Para facilitar la toma de decisiones, las organizaciones necesitan de métodos eficientes que procesen los grandes volúmenes de datos en información significativa [20]. A medida que los datos se vuelven más complejos, los métodos de visualización de información también deben volverse más complejos, ir más allá de simples histogramas o gráficos de barras, un ejemplo de ello son las representaciones visuales interactivas, que permiten al usuario interactuar y obtener información específica [21].

## 3 Aplicación

### 3.1 Aplicación de la herramienta de Inteligencia de Negocios Tableau a los datos de un Laboratorio Clínico

#### 3.1.1 Antecedentes

El Laboratorio Clínico se encuentra ubicado en la ciudad de Cuenca, es una empresa que presta servicios de patología endocrinológica y laboratorio clínico.

#### 3.1.2 Fuente de datos a analizar

La base de datos utilizada como fuente para la visualización y el análisis de la información está diseñada en MySQL; tiene un total de doscientos mil registros aproximadamente, en los que se almacena datos relacionados con el área médica como: patologías detectadas, información de pacientes, médicos y entidades a las que presta servicio e



información de los procesos desarrollados en el Laboratorio como contabilidad. Los reportes generados de la base de datos son resultados de exámenes y movimientos contables; sin embargo, no se cuenta con reportes que visualicen la relación existente entre la información almacenada. Para solucionar este problema se precisó emplear la herramienta de BI Tableau, que toma grandes cantidades de datos en tiempo real y presenta los informes esenciales de manera sencilla de modo que sirvan para la toma de decisiones acertada.

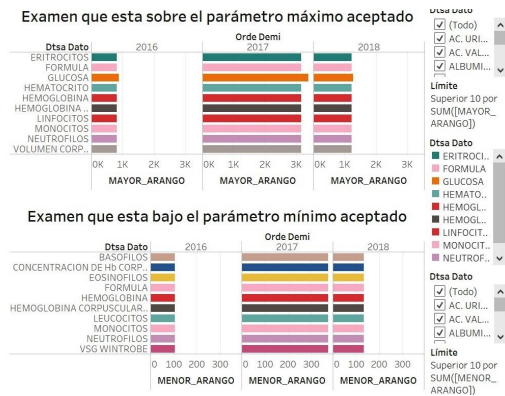
Esta investigación aplica una metodología cuantitativa, ya que se trabaja con datos almacenados en una base de datos, los que nos permitirá realizar tabulaciones de acuerdo a las necesidades a analizar.

### 3.1.3 Visualización y Análisis de la información

Para la visualización y análisis de datos, se consideró por una parte la Información clínica, operativa y financiera de los procesos del laboratorio.

A continuación, se muestran las pantallas generadas en Tableau. En la Figura 2 se puede observar informes sobre tipos de exámenes que presentaban anomalías sanguíneas con descenso o elevación de parámetros establecidos entre los años 2016 y 2018, anticipando los reactivos más utilizados, patologías más comunes y la evolución de las mismas en los tres últimos años.

Fig. 2. Exámenes de sangre que presentan anomalías sanguíneas



En las Figuras 2 y 3 se observa los exámenes más realizados y menos realizados por tipo

Fig. 3. Exámenes de sangre más realizados y menos realizados

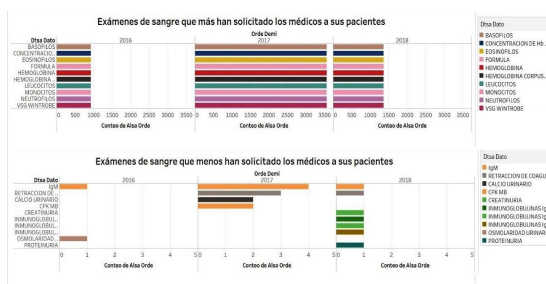
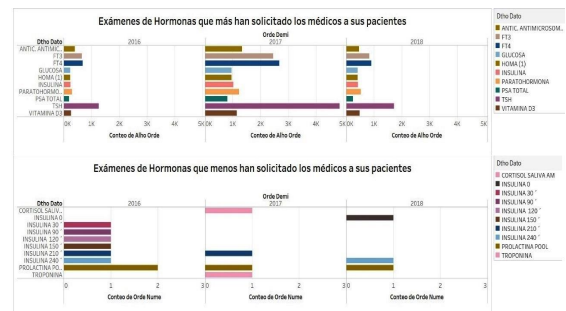


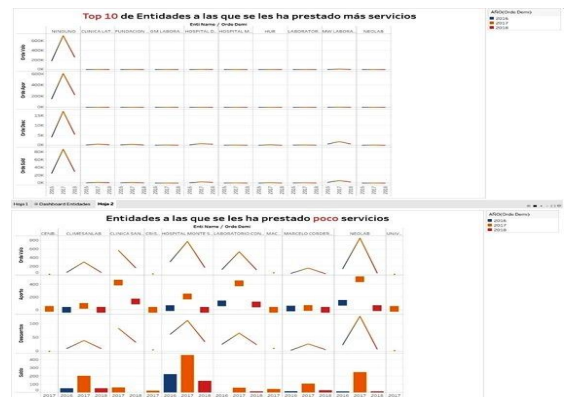
Fig. 4. Exámenes de hormonas más realizados y menos realizados



De las gráficas anteriores se puede obtener información que permita determinar si es rentable para el laboratorio adquirir reactivos para los exámenes menos realizados o la posibilidad de eliminar el servicio de los exámenes que se realizan esporádicamente o que no se realizan.

La figura 4 visualiza las entidades que más han usado los servicios prestados por el laboratorio, así como las que han hecho poco uso del mismo. Obteniendo información importante como saldos por cobrar, entidad que generó mayores ingresos al laboratorio, permitiendo tomar decisiones que establezcan políticas para un mejor manejo de saldos, promoción de servicios entre otros.

Fig. 5. Entidades que utilizan los servicios prestados por el laboratorio



## 4 Conclusiones

La Inteligencia de Negocios juega un papel importante en la toma de decisiones dentro de las organizaciones, por lo que se la considera como una herramienta importante capaz de resolver diferentes tipos de problemas a través del uso efectivo de la información.

En el campo de la salud la Inteligencia de Negocios permitirá mejorar la parte clínica, operativa y financiera, dado que el gran volumen de información generada será manejado de manera más efectiva. Una de las herramientas considerada líder en este ámbito y cuya versatilidad permite generar reportes sencillos y de fácil comprensión es Tableau; sin embargo, cabe mencionar que no es la única herramienta disponible, por lo que su elección dependerá de las necesidades de cada organización.



## Referencias Bibliográficas

1. E. Loewen, "Business Intelligence; Assimilation and Outcome Measures for the Health Sector," 2017.
2. J. M. Ferranti, M. K. Langman, D. Tanaka, J. McCall, and A. Ahmad, "Bridging the gap: leveraging business intelligence tools in support of patient safety and financial effectiveness," *J Am Med Inform Assoc*, pp. 136–143, 2010.
3. A. A. Rosado Gómez and D. W. Rico Bautista, "Inteligencia de Negocios: Estado del arte," *Scientia et Technica*, pp. 321–326, 2010.
4. P. Rajorsi and P. Subrata, "A Review Report on the Evolution and Implementation of Business Intelligence Technique in the Banking Sector," *International Journal of Computer Science and Mobile Applications*, pp. 109–114, 2014.
5. M. Mezzananza, M. Cesarini, and R. Boselli, "Business Intelligence Exploitation for investigating territorial Systems, methodological Overviews and empirical Considerations," *The Resilience of the Global Service Economy*, pp. 1–18, 2010.
6. A. Roo Huerta and N. Boscán Romero, "Inteligencia de negocios en la banca nacional: Un enfoque en herramientas analíticas," *Revista Venezolana de Gerencia*, pp. 548–563, 2012.
7. C. M. Olszak and J. Zurada, "Information Technology Tools for Business Intelligence Development in Organizations," *Polish Journal Of Management Studies*, pp. 132–142, 2015.
8. G. Kfour and R. Skyrius, "Factors influencing the implementation of business intelligence among small and medium enterprises in Lebanon," *Informacijos Mokslai*, pp. 96–110, 2016.
9. M. J. Murillo Junco and G. Cáceres Castellanos, "Business intelligence y la toma de decisiones financieras: una aproximación teórica," *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, pp. 119–138, 2013.
10. P. Dupin-Bryant and D. H. Olsen, "Business Intelligence, Analytics And Data Visualization: A Heat Map Project Tutorial," *International Journal of Management & Information Systems*, pp. 185–200, 2014.
11. B. Feldman, E. M. Martin, and T. Skotnes, "Global Health Delivery Online," Oct. 2012.
12. R. Gaardboe, T. Nyvang, and N. Sandalgaard, "Business Intelligence Success applied to Healthcare Information Systems," *ScienceDirect*, pp. 483–490, 2017.
13. Q. D. Vo, T. Jaya, S. Cho, P. De, B. J. Choi, and L. Sael, "Cornell University Library," Apr. 2017.
14. G. Zheng, C. Zhang, and L. Li, "Bringing Business Intelligence to Health Information Technology Curriculum," *Journal of Information Systems Education*, pp. 317–325, 2014.
15. C. M. Olszak and K. Batko, "The Use of Business Intelligence Systems in Healthcare Organizations in Poland," *IEEE*, pp. 969–976, 2012.
16. W. Hersh, "Oregon Health & Science University - Department of Medical Informatics and Clinical Epidemiology," 2014.
17. Microsoft, "Microsoft," 2018.
18. Tableau, "Tableau."
19. Corporate Renaissance Group, "Universidad de Ottawa," 2015.
20. U. Sivarajah, M. M. Kamal, Z. Irani, and V. Weerakkody, "Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods," *Journal of Business Research*, pp. 263–286, 2017.
21. Canadian Health Information Management Association, "Echima," Oct. 2016.

# Análisis de incidencia laboral a graduados de ingeniería de sistemas de la UCACUE

Diana Ximena Poma Japón<sup>1\*</sup>, Milton Alfredo Campoverde Molina<sup>1</sup> y Jenny Karina Vizñay Durán<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad Académica de Tecnologías de la Información y la Comunicación,  
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca – Ecuador

\*dpomaj@ucacue.edu.ec

## Resumen

El objetivo de este proyecto de investigación es realizar un análisis de la incidencia laboral a graduados de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Cuenca (UCACUE) con el fin de que la institución pueda contar con un modelo que le permita priorizar y tomar decisiones que ayuden a los estudiantes de pregrado a tener una mejor visión en su desempeño e inserción laboral. La técnica utilizada para realizar el análisis es la de Data Mining con el proceso de clustering R-K-Means y Asociación, las mismas que se aplican exclusivamente a datos referentes al ámbito laboral de los graduados, los resultados obtenidos permitirán enfocarse a cambiar, mejorar y proponer cursos de mejorar continúa dando de esta forma un valor agregado a la institución y al graduado como tal.

**Palabras clave:** Data Mining, Clustering, R-K-Means, Asociación, Valor Agregado.

## Abstract

*This model offers the authors the main specifications of format necessary for the preparation of the electronic versions of their articles adapted to the IEEE model for the International Congress "Innovation and Information Technology in Organizations", this template contains information of the desktop publishing format and the types and sizes of letters used. Rules are given on equations, units, figures, tables, abbreviations and acronyms. The writing of acknowledgments, references and biographies of the authors is also oriented. The abstract must have at least 200 words and a maximum of 250 words and can not contain equations, figures, acronyms, tables or references. It must present in summary form the problem, describe the general objective, the methodology developed, the main results, impacts and the most relevant conclusions of the work.*

**Key words:** Data Mining, Clustering, R-K-Means, Association, Value Added.

## 1 Introducción

En la actualidad, el objetivo que persiguen las universidades es brindar los conocimientos necesarios a los estudiantes en su proceso formativo para que puedan desempeñarse en el campo laboral de forma profesional y competente, esta investigación tiene como finalidad determinar el grado de conocimientos que tienen los estudiantes para desenvolverse en los cargos que ocupen en el campo profesional de forma eficiente. Se podría definir entonces que el análisis de inserción laboral de los graduados es uno de los parámetros que permite medir el nivel de calidad del estudio universitario [1].

Realizando un análisis de vinculación entre la educación superior y la parte laboral encontramos que en los años sesenta y setenta los países de América Latina realizaron importantes esfuerzos para expandir la cobertura educativa, motivados tanto por la alta incidencia de los años de escolaridad en la productividad y el desarrollo, como por el potencial que tiene la educación como instrumento de movilidad social y medio para mejorar las condiciones de vida de las personas [2].

En la década de los ochenta y principios de los noventa, más importante era la política y lineamientos universitarios antes que la inserción de estudiantes en el campo laboral. Es a finales de los 90 cuando crece el interés por vincular la educación superior y el mercado laboral, siendo en la actualidad una de las prioridades de los sistemas de educación superior a nivel mundial [3].

La inserción laboral e interés porque los graduados de hoy en día puedan vincularse con el sector productivo en la sociedad se ha convertido en un desafío. La crisis de la economía mundial el crecimiento de la población y las transiciones acontecidas en el mercado laboral internacional ha generado altos índices de desempleo específicamente en Latinoamérica. Según las estimaciones del informe anual Panorama Laboral de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la tasa de desempleo en América Latina y el Caribe se situará en 6,7 % al finalizar 2015, en comparación con el 6,2 % del año pasado, y subirá otras dos décimas en 2016, [4] [5].

A diferencia de los niveles educativos inferiores, se supone que la educación superior prepara a los graduados para tareas indeterminadas; además, no sólo tiene que pro-

porcionar el conocimiento de herramientas y normas, sino que tiene que preparar a los estudiantes para cuestionarse constantemente las herramientas y normas establecidas [6].

Al Ecuador también empieza a afectar de manera directa la crisis económica mundial, actualmente enfrentamos una continua pérdida de empleos, lo que provoca desestabilización económica en las familias ecuatorianas y esto engloba el restringir oportunidades y ofertas en las que tenga que estar de por medio el factor financiero. “La crisis es necesaria para que la humanidad avance. Solo en momentos de crisis surgen las grandes mentes.” Albert Einstein. Por esto es necesario estar preparados para enfrentar los cambios que se avecinen y lograr superarlos, siendo esta la oportunidad para crecer en conocimiento y buscar nuevas formas y alternativas [7].

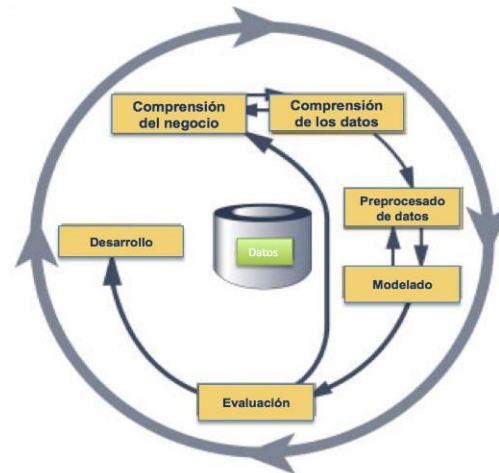
En relación a todos los cambios que se nos avecinan, esta investigación se enfoca a realizar un análisis de mercado de trabajo a los graduados de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Cuenca, aplicando Data Mining en relación a las dependencias laborales actuales de los graduados de las promociones 2011- 2015, tratando de maximizar la calidad académica en la que se encuentran preparándose los estudiantes de pregrado sobre todo aquellas materias en la que laboralmente son de mayor incidencia en la actualidad, así como realizar una estimación u enfoque a futuras ramas de inserción laboral en la cual los graduados puedan cualificar e incidir a futuro, además prestar servicios de capacitaciones de mejora continua como valor agregado a quienes requieran actualizar sus conocimientos u implementar el mismo en su ámbito laboral.

Estas inquietudes no van a disminuir, todo lo contrario, van a tener mayor importancia en un futuro inmediato, cuando los titulados hayan finalizado su proceso de formación y se enfrenten a un mercado laboral internacional y global. Por todo esto es importante disponer de información sistemática y rigurosa acerca de los procesos de inserción sociolaboral de los titulados universitarios, tanto para la mejora de las propias instituciones como para dar respuesta a las nuevas demandas sociales [8] [9].

## 2 Metodología

En esta investigación se ha utilizado la metodología de CRISP-DM que consta de 6 fases la misma que se puede observar en la siguiente figura 1:

Fig. 1. Modelo de Proceso CRISP-DM ([CRISP- DM, 2000])



## 3 Evaluación de resultados y discusión

### 3.1 Fase I. Comprensión del negocio o problema

El análisis a ejecutarse es de la incidencia laboral en la que se encuentran los graduados de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Cuenca. En esta fase se analiza los siguientes parámetros:

#### 3.1.1 Establecimiento de los objetivos del negocio

El objetivo es maximizar la calidad académica de los estudiantes de pregrado de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Cuenca, a través de un análisis de las asignaturas de mayor incidencia en el campo laboral; para brindar cursos de capacitación continua a los graduados y realizar ajustes en las mallas curriculares de la carrera.

#### 3.1.2 Evaluación de la situación

La carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Cuenca actualmente cuenta con un Departamento de Seguimiento a Graduados, el mismo que tiene un repositorio de los datos de los graduados y el campo laboral donde se desempeñan, además este departamento realiza informes semestrales de empleabilidad y mallas curriculares a los graduados y la tabulación de los datos se realiza en SPSS o Microsoft Excel.

#### 3.1.3 Establecimiento de los objetivos de la minería de datos

El objetivo principal de realizar la minería de datos es detectar posibles campos de trabajo, tomando en cuenta los campos laborales actuales en los que se encuentran inmersos los graduados.

#### 3.1.4 Generación del plan del proyecto

Detalladas las fases, se propone analizar la base de datos de graduados de los últimos cinco años, utilizando la herramienta de SAP Predictive Analysis y algoritmos que incluyen la misma.

3.2 Fase II: Comprensión de Datos

3.2.1 Recolección de datos iniciales

La Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Cuenca en sus informes de seguimiento a graduados, da a conocer los siguientes datos de los titulados:

**Año Graduación.** Se refiere al año en el que obtuvo su título.

**Nombre Graduado.** Nombre del ex estudiante que culmino sus estudios.

**Tiempo Obtuvo Trabajo Fecha Graduación.** Hace referencia al tiempo en el que obtuvo trabajo después de graduarse.

**Nombre de la Empresa en que Trabaja.** Nombre de la entidad a la que presta sus servicios.

**Tipo de Contrato.** Relata una modalidad o la forma híbrida de contratación.

**Actividad Económica de la Institución O Empresa.**

Da a conocer el tipo de actividad a la que está ligada su empleo.

**Cargo que Desempeña.** Realizar las funciones propias de un empleo. Lo que un individuo se encuentra designado a realizar de forma específica en su empresa. La información y resultados que buscamos como se muestra en la Fig. 2:

Fig. 2. Datos de los Graduados de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la UCACUE

Nuevo conjunto de datos

Nombre del conjunto de datos: Datos Graduados UCACUE.xlsxDatosLimpio

Archivo(s): C:\Users\alelita\Documents\COMPLEVIO DIANA PAPER\paper diana\Datos Graduados UCACUE.xlsx Examinar

Hoja: DatosLimpios(91) rows\* Agregar todas las hojas Configurar primera fila como nombres de columna

Seleccionar todo 7 / 7 columnas - 91 filas

<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Año Graduación	Nombre	Tiempo Obtuvo Tr	Lugar Trabajo	TIPO DE CONTRA	ACTIVECONEMPR	CARGODESEMPE	
2011	MAURICIO FABIAN V.	10	UCACUE	Indefinido	Educativa	Mandos Medios	
2011	WILMAN PATRICIO D.	10	FAST COMPUTER	A plazo Fijo	INFORMÁTICA	Gerencial	
2011	JORGE SANTIAGO	10	ALTI TECHNOLOGE	A plazo Fijo	INFORMÁTICA	Gerencial	
2011	NARCISA DE JESUS	10	UNIVERSIDAD CAT.	Indefinido	Educativa	Mandos Medios	
2011	JONATHAN ANDRE	10	SECOMPU	Indefinido	Técnica	Mandos Medios	
2011	SILVA GULLERMIN.	10	FUJIFILM	A plazo Fijo	Técnica	Mandos Medios	
2011	MARCOS ENRIQUE	0	ninguno	ninguno	ninguno	ninguno	
2011	JOHANNA ALEXAND	0	ninguno	ninguno	ninguno	ninguno	
2011	JUAN CARLOS ZH.	3	MUNICIPIO DE CUE.	Indefinido	Servicios	Operativos	

3.3 Fase III: Preparación de los datos

Se analiza las columnas referentes a: Año, Graduación, Tiempo, Obtuvo, Trabajo, Fecha, Graduación, Actividad, Desempeña, Tipo Contrato, Cargo, Desempeña.

3.4 Fase IV: Modelado de Datos

En esta fase utilizamos el algoritmo de K-means, que nos permite presentar la información de la base de datos evaluada en 4 clusters, con el fin de saber cuál es el tiempo en meses más incidente en el que los graduados empezaron a laboral desde su obtención del título. Gráfico 3

En el Grafico 4 de Mapa de Actividades se observa la relación entre la actividad a la que se dedican los graduados, en relación al Cargo que ejercen.

Fig. 3. Datos de los Graduados de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la UCACUE

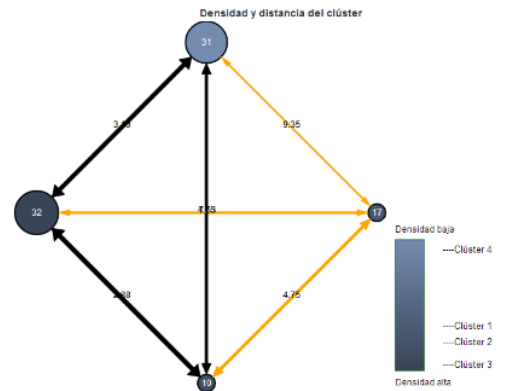
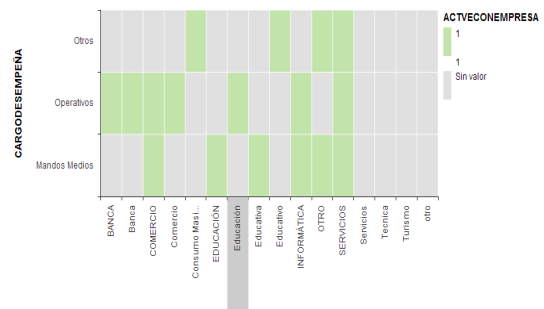


Fig. 4. Mapa de Actividades Relación Actividad Cargo



3.5 Fase V: Evaluación de datos

En esta fase se realiza el análisis de las gráficas obtenidas.

Gráfica 1 de clustering

En el modelo se evalúan 4 clusters: el cluster N°1: Es el cluster de 17 estudiantes, que obtuvieron empleo de 9 a 10 meses después de haber obtenido su título de profesionales.

Cluster N°2: Este cluster tiene un peso de 10, que fueron quienes se emplearon en un tiempo de 4 a 5 meses después de su graduación.

Cluster N°3: Se puede observar que posee un peso de 31 que es el número de graduados con una distancia que en este caso se valora como tiempo de inserción laboral de 3 meses.

Cluster N°4: Que es el de densidad más alta agrupa 32 graduados, que son aquellos que tuvieron inserción laboral en un tiempo aproximado a 2 meses de haber obtenido su título de ingenieros.

Gráfica 2 Mapa de actividades

En esta gráfica se analizan los parámetros acordes al campo en el que se desempeñan entre ellos están Mandos Medios, Operativos y Otros.

Mandos medios: Se establecen personas que se dedican al comercio, educación, informática y servicio técnico.

Cargo Operativo: Se relaciona con graduados que se encuentran laborando en bancos, comercio, el área educativa,

en el ámbito informático, en área de Servicio Técnico y otros que son los que no se encuentran entre los establecidos en la encuesta.

Cargos señalados como otros: Hace referencia a los cargos que no tienen relación con la carrera en este parámetro algunos graduados no incluyen el nombre específico de la empresa.

### 3.6 Fase VI: Desarrollo:

La facilitación de un reporte o informe de los resultados obtenidos en que se puede especificar que los estudiantes egresados de los años analizados se integran en un corto tiempo a laborar en la sociedad.

En cuanto al reporte del gráfico de Mapa de Actividades se puede informar que se debe tratar de ligar a los estudiantes que realizan vinculación con la sociedad o sus horas pre profesionales en los campos profesionales que no están siendo copados en nuestro medio y así ampliar la inserción laboral

#### 3.6.1 Discusión

El Departamento de Seguimiento a Graduados de la Unidad Académica de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Cuenca, actualmente cuenta con los resultados y parámetros del análisis realizado, así como el conocimiento de la factibilidad de emplear nuevas metodologías y procesos como es Data Mining, que facilitan la extracción de los datos, que asociados se convierten en información. La misma que si es empleada de manera correcta, ejecutando las necesidades específicas requeridas podrá proporcionar resultados que permitan aportar y satisfacer razonablemente las necesidades de los ex y futuros graduados.

Sin embargo es necesario que todos los delegados de Seguimiento a Graduados de las diferentes áreas de estudio se comprometan con el proceso que se encuentra a su cargo, solicitando se proporcione una capacitación de uso de nuevos procesos, estrategias y herramientas informáticas que les facilite obtener los resultados solicitados en menor tiempo, esto permitirá aportar valor agregado en cada uno de los procesos solicitados y dar respuesta inmediata para que se ejecute los cambios solicitados.

## 4 Trabajos Relacionados

El artículo de [?] nos menciona que los estudios de Seguimiento a Graduados (ESG) tuvieron su origen en los Estados Unidos y en algunos países de Europa; en México, dichos estudios se inician en la década de los setenta abarcando el área metropolitana de la ciudad de México siendo pioneras la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco (UAM-A), el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y la Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Zaragoza (ENEP-Z), mientras que en provincia las primeras universidades en llevar a cabo estos estudios

fueron la Universidad Veracruzana (UV) y la Universidad Autónoma de Nuevo León (Didou, 1992).

Esta metodología [10] enfatiza en el necesario impacto de la universidad en la sociedad a partir de la vinculación con el trabajo sin el mecanicismo y adiestramiento instrumentalista. Este autor opina que las IES deben acercarse al conocimiento de la realidad utilizando el mundo del trabajo como recurso pedagógico para lograr acciones conjuntas con empresas y sindicatos. Se refiere al seguimiento a graduados como una prioridad con las características generales siguientes:

- El punto focal es la correspondencia entre la formación recibida con las condiciones del medio laboral
- Aunque se privilegien los aspectos propios de la formación, hay que considerar los más asociados al mundo del trabajo, tales como: distribución, adaptación, condiciones de utilización del medio laboral. (Elementos internos y externos de la IES)
- Acudir a una amplia gama de métodos y técnicas de investigación para lograr aproximación a diferentes niveles: social, institucional e individual.
- Se debe complementar con estudios de campo a partir de experiencias de jóvenes graduados, sus jefes inmediatos, profesionales y dirigentes de experiencias.
- Considera las diferentes ópticas del proceso y recalca en la necesidad de realizar análisis tendenciales que permitan comparar diversas fuentes y grupos relacionados.
- Deben realizarse regularmente, en sintonía con los ciclos de programas.
- Como criterios muestrales propone: Escenarios laborales más representativos, dinámica de los sectores que más receptan graduados, distribución, experiencia laboral de graduados entre uno a cinco años, características de su desarrollo laboral según la formación recibida.
- Propone análisis comparativos entre las carreras, grupos de carreras, localidades, etc. Esto permite realizar análisis globales y metodológicos que pueden sustentar otras investigaciones.
- Protagonismo e identificación de los máximos responsables del proceso de formación y los docentes, con el fin de asegurar no solo la calidad, si no la divulgación y futura proyección

Los estudios de seguimiento a graduados en Ecuador [1] son un requisito, definido por CEAACES, para la acreditación y la calificación de las universidades y carreras universitarias. Al analizar los estudios de seguimiento a graduados en las universidades de Ecuador, pueden localizarse estudios puntuales que resultan de interés para el debate metodológico, si bien son cada vez más las universidades que tienen integrados estos estudios de manera sistemática.

El seguimiento continuo de la integración social de los graduados universitarios es una fuente de indicadores que sirven como referencias para la planificación académica institucional. Más concretamente, la sistematización de los estudios de seguimiento, como un eje de indagación de la pertinencia, se constituye en una categoría que rige la

gestión de la calidad en las Instituciones de Educación Superior en las funciones de docencia, de investigación y de extensión. En este sentido, estos estudios pueden aportar información para los siguientes propósitos:

- a) Evaluar el nivel de calidad y percepción de la formación recibida, su inserción laboral, el desempeño profesional en los contextos ocupacionales y las necesidades de capacitación continua.
- b) Valorar el flujo de los cambios que se suceden en el mercado laboral, en el campo ocupacional específico del profesional en relación a la carrera que se oferta.
- c) Evaluar las vías de integración que desarrolla la carrera a partir de las potencialidades del contexto laboral: local, regional, nacional e internacional.
- d) Evaluar el desempeño de los docentes en la planificación y la ejecución del proceso de enseñanza-aprendizaje, de investigación y de extensión.

La mayoría de las Universidades del Ecuador se encuentran implementando medios que permitan seguir en contacto con el desarrollo profesional del graduado. La Universidad San Francisco de Quito ha creado una asociación de ex estudiantes, que tiene un enlace directo desde la página principal institucional. La asociación Alumni USFQ ofrece diversos servicios a los alumnos, entre ellos su registro de datos académicos y profesionales mismos accesibles a los empleadores, los cuales pueden incluso ser los propios socios ex alumnos.

La Universidad del Azuay, a través del servicio a estudiantes, ofrece múltiples servicios universitarios, y entre ellos está el que permite acceder a una bolsa de empleo, consistente en una plataforma en la que pueden ingresar sus datos tanto estudiantes como empleadores. Los estudiantes siguen un proceso de registro, con la posibilidad de incluir su hoja de vida, mientras que los empleadores pueden registrarse y plantear su oferta laboral. Los empleadores tendrán acceso a las hojas de vida de los estudiantes, mientras que los estudiantes tendrán acceso al conocimiento de las ofertas de empleo.

## 5 Conclusiones y Trabajo Futuro

Es responsabilidad de la educación universitaria lograr que los estudiantes al finalizar el pregrado alcancen el conocimiento necesario para poder integrarse en el campo laboral y competente alcanzando de esta forma el ser exitosos laboralmente.

Los campos laborales en los que más han incidido los Ingenieros de Sistemas de la UCACUE en estos últimos 5 años y en relación al análisis son: el campo educativo, comercio y servicio técnico, quedando por explorar algunos otros campos como desarrollo de software, redes, seguridad informática, entre otros. Esta sería una de las oportunidades para preparar y lograr perfiles universitarios que incursionen exitosamente en el campo laboral denotando que en nuestro país actualmente existe una demanda de ingenieros en sistemas, específicamente en los campos mencionados.

Finalmente, la importancia que tiene la adquisición e implementación de nuevos procesos, metodologías y herramientas Informáticas que permitan planificar, direccionar y organizar la información que se adquiere en el proceso de encuestas a graduados de la institución y darles el valor agregado implementando e incursionando en nuevas estrategias y dar paso a proyectos innovadores.

## Referencias Bibliográficas

1. R. T. Morueta, R. Tejada, and G. Cedeño, "Implementación institucional de un modelo cooperativo para el seguimiento a graduados en Ecuador," *SCIELO.Revista de la educación superior*, Mar. 2015.
2. s. E. Díaz and L. E. González, "Políticas de educación superior en Chile," *Dialnet.Revista de estudios regionales*, pp. 69–94, 2012.
3. P. C. Boyer, R. Martínez Martín, and M. d. M. Ramos Lorente, *Los nuevos retos laborales ante la implantación*. Granada: revista de estudios regionales, 2011.
4. Emol.com, "emol," *Desempleo en Latinoamérica sube a 6,7% en 2015 y seguiría en ascenso en 2016*, Dec. 2015.
5. C. G. Lorente, "Expectativas de futuro laboral del universitario de hoy:," *Revista de Investigación Educativa*, 2015.
6. D. Schartinger, "Knowledge interactions between universities and industry," pp. 303–328, 2012.
7. N. P. Escoda and A. Ribera Cos, "Las competencias emocionales en los procesos de inserción laboral," *Redalyc*, 2009.
8. J. RUIZ and D. MOLERO, "La inserción laboral de los titulados universitarios dentro de un plan global para la mejora," pp. 151–183, 2002.
9. A. J. Vivas, "Reflexiones sobre la necesidad de acercamiento entre universidad y mercado laboral," *Revista Iberoamericana de Educación*, pp. 15–42, 2009.
10. J. F. V. Mederos and E. Iñigo, "El desarrollo laboral de los jóvenes profesionales: 20 años de estudios de seguimiento de los egresados de las," pp. 81–101, 2003.





# Inteligencia de Negocios: Análisis de la Cartera por concepto de Predios en el Municipio del Cantón Cañar

Danny Patricio Andrade Cárdenas<sup>1\*</sup> y José Antonio Carrillo Zenteno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Sistemas de Información,  
Universidad Católica de Cuenca extensión Cañar

\*dpandradec@ucacue.edu.ec

## Resumen

Documento que trata sobre el manejo del catastro y de la cartera por concepto de predios urbanos y rústicos en el GAD Cañar, en el periodo comprendido entre el año 2013 al 2018, a través de herramientas de B.I (Business Intelligence), para su posterior interpretación.

**Palabras clave:** Predio, Urbano, Rústico, Inteligencia, Negocios, Exasol, Tableau, Data warehouse.

## Abstract

*The Document deals with the management of the cadastre and the portfolio for urban and rural land in the GAD Cañar, in the period between 2013 to 2018, through tools of B.I (Business Intelligence), for its subsequent interpretation.*

**Key words:** Property, Urban, Rustic, Intelligence, Business, Exasol, Tableau, Data warehouse.

## 1 Introducción

La presente investigación trata sobre el estudio del catastro y de la cartera de los predios urbanos y rústicos en el cantón Cañar, a través de la generación de un Datawarehouse para su posterior análisis por medio de herramientas de BI y el uso de una metodología cuantitativa. Para el estudio se apoyarán en instrumentos como Excel, Exasol, Knine y Tableau.

Se plantea como objetivos:

- Verificar si existe incrementos en el número de predios catastrados, a través del estudio de los datos que se genera en cada emisión.
- Identificar los meses de mayor y menos recaudación por este concepto.
- Saber cuál es el aporte de cada una de las parroquias por concepto de predio urbano y rustico.
- Conocer el tamaño de la cartera que generan los predios Urbanos y Rústicos.

## 2 Revisión de la literatura (bibliográfica)

En base a la Constitución de la República del Ecuador en su artículo 262, numeral 1 [1]; el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) en el capítulo III artículo 489 [1], otorga a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) el cobro de los impuestos sobre las propiedades urbanas y rurales; y las ordenanzas municipales aprobadas y publicadas en el Registro Oficial del Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural del cantón Cañar.

En base a los antes expuesto el GADIC Cañar ha realizado la recaudación impuestos por concepto de predio Urbano

y Rústico, y de todo este universo de información se va a tomar la de los últimos 5 años, para realizar su análisis.

El GADIC Cañar, cada año emite un catastro con todos los predios Urbanos y Rústicos, que han sido registrados por el departamento de Avalúos y Catastros, los mismos que deben estar al cobro el día 1 de enero del año en el cual se genera la emisión.

Para la recaudación el COOTAD en su Capítulo II Artículo 512 [2] dice lo siguiente:

Los pagos que se hagan en la primera quincena de los meses de enero a junio, inclusive, tendrán los siguientes descuentos: diez, ocho, seis, cuatro, tres y dos por ciento, respectivamente. Si el pago se efectúa en la segunda quincena de esos mismos meses, el descuento será de: nueve, siete, cinco, tres, dos y uno por ciento, respectivamente.

Los pagos que se realicen a partir del primero de julio, tendrán un recargo del diez por ciento del valor del impuesto a ser cancelado. Vencido el año fiscal, el impuesto, recargos e intereses de mora serán cobrados por la vía coactiva.

El GADIC Cañar cuenta con 4 ventanillas de recaudación en el edificio central y una ventanilla en el área de matriculación vehicular al sur de la ciudad.

Business Intelligence es una metodología de gestión aplicada por herramientas de software, con el fin de generar ganancias en los procesos de toma de decisiones en todos los niveles de gestión de la industria. Basándose principalmente en la capacidad analítica de las herramientas que integran en un solo lugar toda la información necesaria para la toma de decisiones. [3]

Un concepto actualizado que va más allá de la gestión empresarial. Consiste en la utilización de productos y soluciones con tecnologías analíticas avanzadas, para transformar los datos en información que ayude a los distintos niveles de la organización en la toma de decisiones y otras contribuciones. [3]

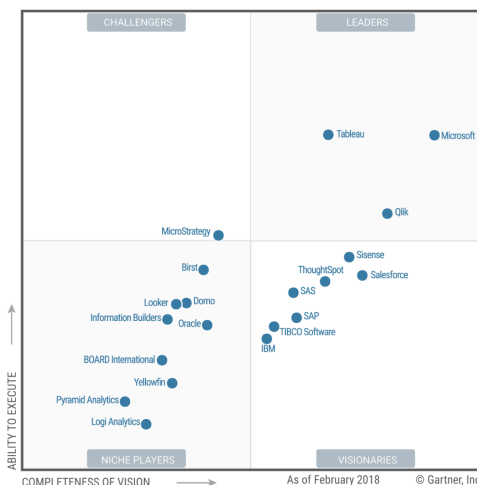
El BI funciona a través de algunas tecnologías, estas son:

- Data Warehouse
- ETL (extract, transform, load)
- Data Mining
- OLAP [3]

Como se puede observar en la Fig. 1 el Cuadrante Mágico de Gartner de Business Intelligence y Business Analytics, las herramientas que se encuentran en el cuadrante de líderes tenemos las siguientes:

- Power BI
- Tableau
- Qlik

Fig. 1. Cuadrante Mágico de Gartner de Business Intelligence y Business Analytics



Power BI es un conjunto de herramientas de análisis empresarial que pone el conocimiento al alcance de toda la organización. Conexión a cientos de orígenes de datos, preparación de datos simplificada, generación de análisis ad hoc. Bellos informes que luego se publican para provecho de la organización en la Web y en dispositivos móviles. Creación de paneles personalizados al alcance de todos, con una perspectiva empresarial única, de 360 grados. Escalado a nivel empresarial, con gobierno y seguridad. [4]

Qlik Sense es una plataforma de análisis de datos. Con Qlik Sense podemos analizar datos y descubrir cosas por nosotros mismos. Podemos compartir los conocimientos y analizar datos en equipos o en toda la empresa. Qlik Sense nos permite formular y responder nuestras propias preguntas, así como seguir nuestro propio camino de investigación e indagación en los datos. Qlik Sense nos permite a nosotros y a nuestros colegas llegar a las decisiones de manera conjunta. [5]

En 2020, el mundo generará 50 veces más datos que en 2011 y tendrá 75 veces más fuentes de información (IDC 2011). Con estos datos, se avencinan oportunidades enormes para el avance humano. Sin embargo, para que las oportunidades se conviertan en realidad, las personas necesitan el poder de los datos al alcance de la mano. Tableau está creando un software que proporciona exactamente eso. [6]

Nuestros productos están transformando la forma en que la gente utiliza los datos para resolver problemas. Hacemos que el análisis de los datos sea rápido, fácil, bello y útil. Es un software para todos y cada uno de nosotros. [6]

Fig. 2. Calificación Rating para las herramientas de BI

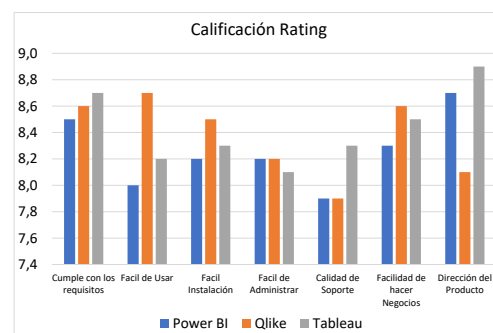


Fig. 3. Calificación a Características de las herramientas para BI

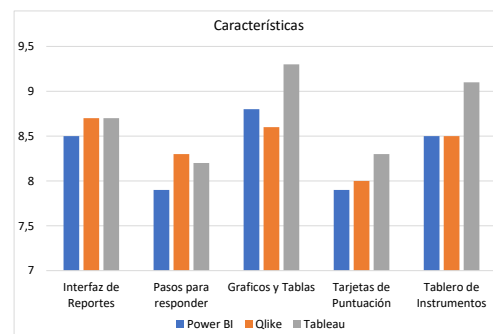


Fig. 4. Calificación al Self Service para las herramientas de BI

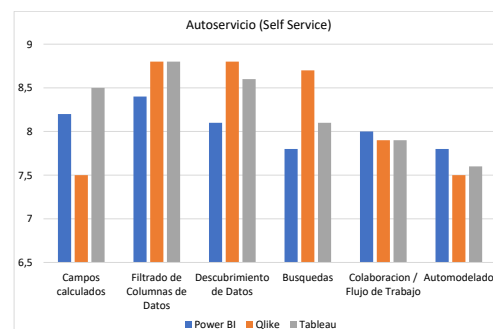


Fig. 5. Calificación al Análisis Avanzado para las herramientas de BI

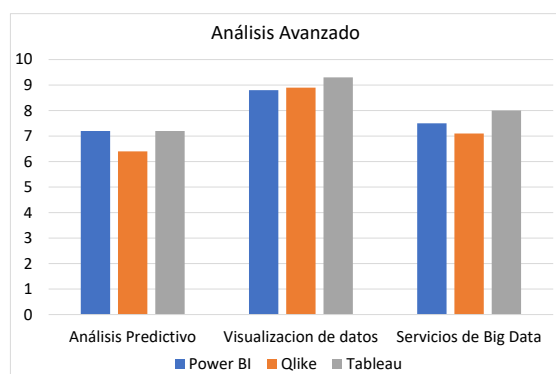
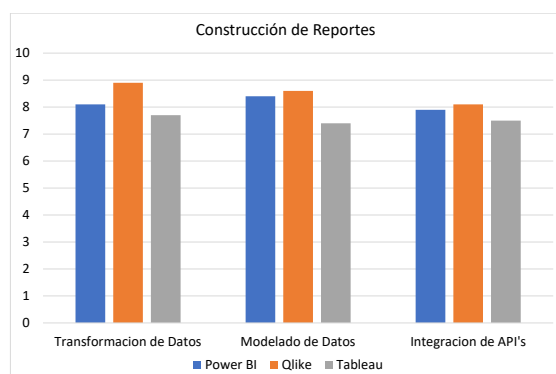


Fig. 6. Calificación a la Construcción de Reportes para las herramientas de BI



### 3 Aplicación

Las dificultades crónicas asociadas a la realidad de los países de América Latina y el Caribe incluyen la profunda desigualdad social, la pobreza y la acentuada informalidad. A pesar de que exista un amplio consenso en considerar la región como una de las áreas más desiguales del mundo, estudios recientes indican los progresos de los países en la reducción de la desigualdad y la pobreza extrema y en la mejora de la economía. [7]

Los estudios, sin embargo, son categóricos al afirmar que estos avances están fundamentalmente relacionados con el fuerte crecimiento de las inversiones públicas en políticas sociales y con el aumento de la calidad de los empleos y el nivel de los salarios. En contraste, los sistemas tributarios de América Latina son esencialmente regresivos, lo que los transforma en incapaces de producir efectos en la reducción de las desigualdades, en la medida en que su gran fuente de generación de ingresos es la producción y el consumo. Aunque la magnitud de la carga tributaria haya aumentado, la estructura de los sistemas tributarios todavía continúa siendo una gran fuente de preocupación. La tributación al consumo sigue representando el 51 por ciento de la carga tributaria. [7]

Con la reducción de su participación en la carga tributaria del 6 por ciento en 1990 al 4 por ciento en 2000,

la importancia de la tributación al patrimonio permaneció estable en el período de 2000 a 2012. Considerando que la carga tributaria promedio de los países latinoamericanos fue del 20,7 por ciento del PIB en 2012 (OECD, 2014), los tributos a la propiedad representaron en promedio el 0,83 por ciento del PIB. El impuesto que incide sobre la propiedad inmobiliaria representa una porción moderada de la tributación al patrimonio en la región. [7]

Según la Constitución de la República, Ecuador es un estado unitario organizado en forma de república que se gobierna de manera descentralizada. El Estado ecuatoriano está conformado territorialmente en 24 provincias, 221 cantones y 819 parroquias rurales (Constitución, 2008, art. 242). De acuerdo al censo poblacional del año 2010, la población total era de 14.483.449 habitantes. El 43 por ciento del total de población se concentra en las provincias de Guayas y Pichincha, con el 25,1 por ciento y 17,8 por ciento respectivamente. La Constitución de 2008 establece a la región como un nivel de organización territorial adicional, conformado por la unión de provincias. El proceso para la conformación de regiones se norma en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización (COOTAD). [7]

De acuerdo a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ecuador es el país de América Latina que más rápidamente ha logrado disminuir desigualdades. El coeficiente de Gini por ingresos disminuyó 6 puntos entre 2006 (0,54) y 2012 (0,48), mientras que, en el mismo período, América Latina apenas disminuyó 2 puntos (SENPLADES, 2014). Los logros en los indicadores económicos y sociales alcanzados en Ecuador implican una articulación en las políticas públicas entre el gobierno central y los gobiernos autónomos descentralizados (GAD): regionales, provinciales, municipales y gobiernos parroquiales rurales. Los GAD gozan de autonomía política, administrativa y financiera, lo que no se contrapone con lo establecido en la Constitución en su artículo 286 respecto a que “las finanzas públicas en todos los niveles de gobierno se conducirán de manera sostenible, responsable, transparente y procurarán la estabilidad económica, para lo cual la política tributaria tiene un rol fundamental en la redistribución solidaria y equitativa de la riqueza, la progresividad en los tributos y la recaudación de impuestos directos en base al principio de justicia distributiva”. [7]

Las facultades tributarias de los GAD, principalmente provinciales y municipales – nunca los gobiernos parroquiales rurales – se refieren a la potestad de establecer las tasas, contribuciones especiales de mejoras y otros ingresos; sin embargo, los impuestos están determinados por ley nacional en el COOTAD, aprobado por el Poder Legislativo nacional. [7]

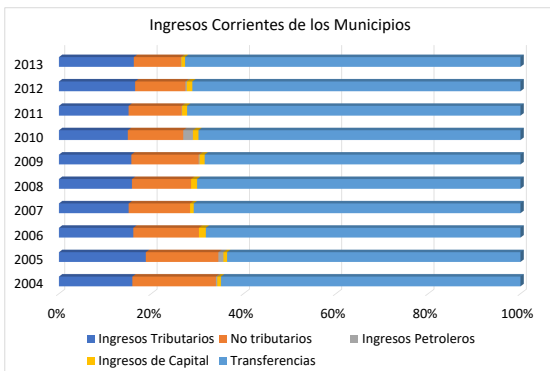
En Ecuador los impuestos están transferidos principalmente a los GAD municipales, entre los que destaca el Impuesto Predial Urbano y Rural por ser el que mayor ingreso genera; en concreto, para el año 2010 significó el

29 por ciento del total de ingresos propios de los GAD municipales. [7]

En las últimas décadas ha primado un modelo centralista que se evidencia en la composición de los recursos estatales a través de los ingresos y gastos de los distintos niveles de gobierno. Así, entre los años 1994 y 2010, el gobierno central concentró en promedio el 95 por ciento de los ingresos del Estado, en tanto que los gobiernos provinciales y municipales, el 5 por ciento.

Los Municipios para cumplir con la función encomendada de prestar servicios a la comunidad, requieren contar con ingresos. Los ingresos pueden provenir de fuentes propias, de transferencias y de la venta de activos. Los ingresos propios se componen de ingresos tributarios e ingresos no tributarios. Los ingresos tributarios corresponden a los pagos que por Ley deben efectuar los habitantes de una determinada jurisdicción a su gobierno local, sin una contraprestación explícita de bienes o servicios. Los ingresos no tributarios están constituidos por recursos obtenidos a cambio de la contraprestación de un servicio específico. [8]

Fig. 7. Ingresos Corrientes en los GAD Municipales por Año



En todo caso, la mayoría de los gobiernos locales cuentan con la capacidad de gravar con impuestos los bienes inmuebles, pero muchos de ellos no ejecutan una buena gestión de imposición y recaudación por razones de índole económica, social o política. Por tanto, se acentúa la dependencia de los recursos que el Gobierno Central, a través del Tesoro Nacional transfiere, a estas entidades por concepto de las diferentes leyes (hasta 2008); y, de otras asignaciones particulares, que son canalizadas directamente con cargo a los gastos de inversión del Presupuesto del Gobierno Central. [8]

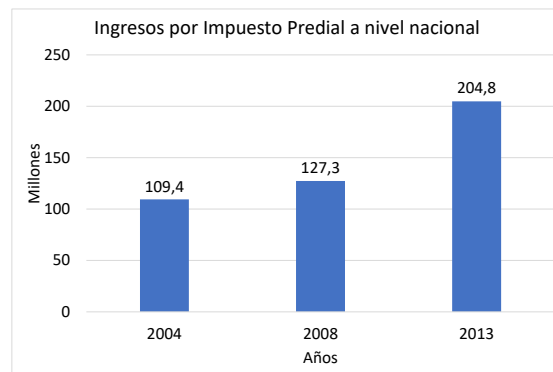
Dentro del grupo de los ingresos tributarios los principales impuestos son:

- Al Patrimonio
- Impuesto a la renta
- Contribución especial de mejoras

Al Patrimonio.- Son impuestos que gravan el uso y la propiedad de bienes muebles e inmuebles y la transferencia de riqueza. En esta cuenta se registran los ingresos por concepto del pago del impuesto predial urbano y rural, por impuestos a los vehículos motorizados, a los comerciantes

y en otros casos al capital en giro, constituyéndose en la partida que más recursos genera del total de ingresos tributarios. Durante el período 2004-2013 se observa que la recaudación por este concepto se incrementa paulatinamente, en especial por los ingresos correspondientes al pago del predio urbano, como producto de la decisión de algunos Municipios de aplicar re-avalúos catastrales cada cinco años y del crecimiento demográfico propio del desarrollo urbano. En el período de análisis, los ingresos por este concepto han pasado de USD 104.9 millones en el 2004 a USD 127.3 millones en el 2008 y a USD 204.8 millones en el 2013, casi se han duplicado los ingresos en este período. [8]

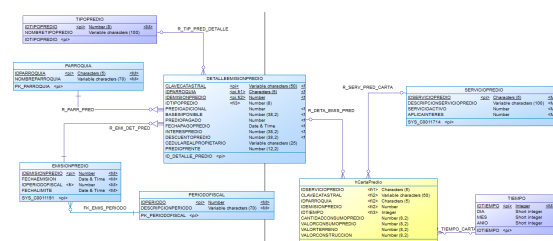
Fig. 8. Ingresos por concepto de predios a nivel Nacional



#### 4 Resultados

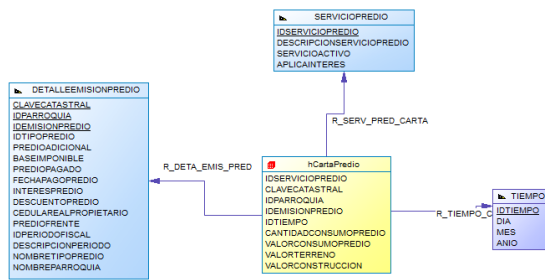
Revisados y analizados los datos del GAD Cañar, se procede a generar un modelo lógico y físico para la creación de un datawarehouse, el mismo que contiene los siguientes datos:

Fig. 9. Modelo lógico del Datawarehouse



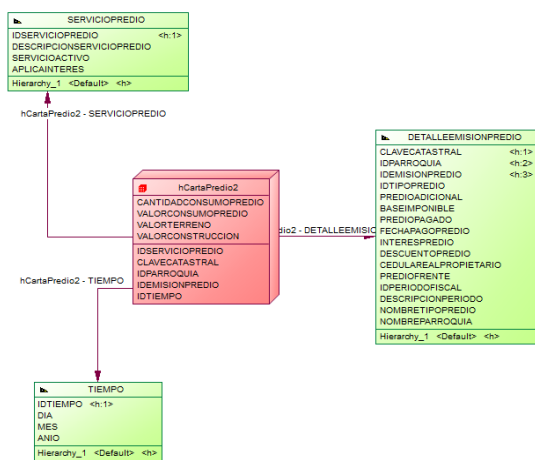
Al modelo que está en la Fig. 9 se le aplico la desmoralización y así poder tener un modelo en estrella que permita una mayor facilidad al momento de manipular los datos, y también, velocidad en el procesamiento de los mismos:

Fig. 10. Modelo físico del Datawarehouse



Se verifico el esquema, presentado en la Fig.10, para que cumpla con el propósito para el que se lo ha generado, así revisamos las diferentes tablas de dimensiones y la de hechos, obteniendo el siguiente cubo de datos: (ver Fig. 11)

Fig. 11. Cubo de Datos, generado a partir del modelo Físico



A partir de este modelo, presentado en la Fig. 11, se generó la base de datos, a través de un script, para luego ejecutarlo en EXASOL, que es una base de datos analítica, la cual facilita implementaciones de este tipo.

El proceso de ETL (Extracción, Transformación y Carga, por sus siglas en inglés) se lo realizó a través de la herramienta KNIME, mismo que lo podemos observar en la Fig. 12.

Fig. 12. Proceso ETL

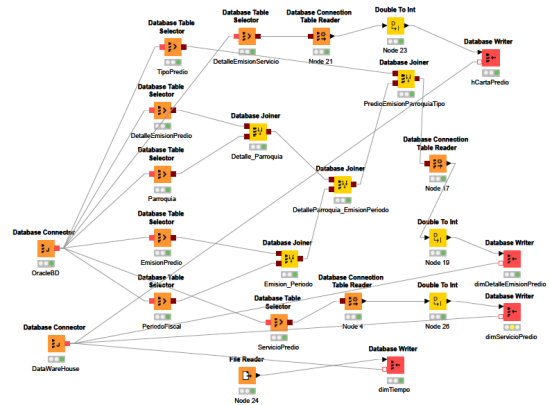


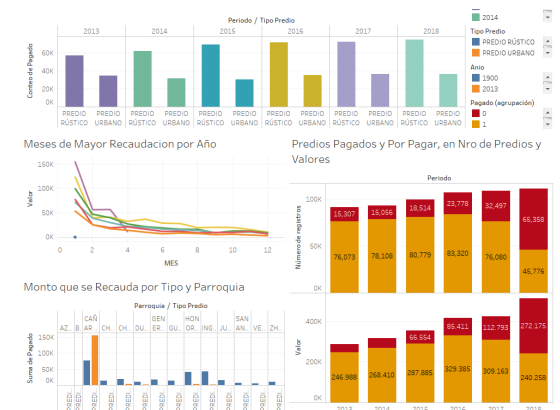
Tabla 1. Detalle de registros almacenados en la Base de Datos

Nro.	Tabla	Registros
1	DetalleEmissionPredio	182237
2	hCartaPredio	610646
3	ServicioPredio	23
4	Tiempo	2289

Con los datos ya almacenados en EXASOL, se procede a utilizar la herramienta Tableau, para la explotación de los mismo y poder extraer conocimiento que contribuya a la organización.

La información que se obtuvo, se generó un Dashboard el mismo que se presenta a continuación: (ver Fig. 13)

Fig. 13. Dashboard



En la Fig. 13 se observa lo siguiente:

- Que existe un incremento, leve, cada año respecto al nro. de predios registrados y debidamente catastrados en el GAD;
- El mes de mayor recaudación es el de Enero de cada año, y a partir del mes de febrero, así mismo de cada año, existe una tendencia a la baja considerable.
- La parroquia que más aportan con este impuesto es la parroquia Cañar, tanto en predio urbano como rustico.



- Hasta la fecha 6 de abril de 2018, de la emisión del mismo año ya se ha recaudado 240258 usd. que representa a 45776 predios.
- La cartera vencida por concepto de predios es pequeña y manejable.

## 5 Conclusiones

- El uso de herramientas informáticas para el desarrollo e implementación de BI tiene un gran potencial para la administración de las diversas entidades.
- En un ámbito real las bases de datos Analíticas generan una gran diferencia en el performance de los datos, respecto al que es generado por las bases de datos relacionales.
- Las herramientas de BI son cada vez más intuitivas y fáciles de usar para usuarios finales, por lo que su manejo no debería representar un problema.

## Referencias Bibliográficas

1. Constitución de la Republica del Ecuador, *Constitución de la Republica del Ecuador*. Quito: Registro Oficial, 2008.
2. COOTAD, *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*. Quito: Registro Oficial, 2010.
3. A. P. Gálvez, *Business Intelligence y las Tecnologías de la Información*. Mexico: IT Campus Academy, 2016.
4. Gartner, "Gartner," 2018.
5. Microsoft Corporation, "Microsoft," 2018.
6. Qlik, "Qlik," 2018.
7. Tableau, "Tableau," 2017.
8. G2CROWD, "G2crowd," 2018.

# Dependencia de los vínculos en un modelo sociofísico de influencia social

## Dependence of links in a socio-physical model of social influence

Orlando Alvarez-Llamoza

Grupo de Simulación, Modelado, Análisis y Accesibilidad, Unidad Académica de TIC  
Universidad Católica de Cuenca, Ecuador  
\*oalvarezll@ucacue.edu.ec

### Resumen

Se presenta un modelo tipo autómatas celulares para estudiar la dependencia de la propagación cultural con el número de vínculos o conexiones de los agentes en un sistema social. El modelo se basa en la dinámica de diseminación cultural propuesto por Robert Axelrod. Se encuentra que la adición de conexiones produce cambios en el valor crítico del parámetro de control que produce la transición de fase monocultural-multicultural observada en este tipo de sistemas. Utilizando redes bidimensionales con vecindad de von Neumann y Moore, y redes circulares con  $K$  vecinos se demuestra la dependencia con el número de vínculos. No obstante, también se observa que en redes con el mismo número de vínculos, pero con diferentes topologías, el valor crítico del parámetro de orden para que se produzca la transición es diferente, sugiriendo la dependencia con otras propiedades de la red.

**Palabras clave:** Modelo de Axelrod, autómatas celulares, sociofísica, modelos de dinámica social, sistemas complejos.

### Abstract

*A cellular automaton model is presented with the aim of studying the cultural propagation dependence on the number of agent connections or links in a social system. The model is based on the cultural dissemination dynamic, proposed by Robert Axelrod. It is acknowledged that the addition of connections produces changes on the control parameter critical value, which, in turn, produces the monocultural-multicultural phase transition, observed in these types of systems. The dependence on the number of links is demonstrated by using two-dimensional networks with von Neumann and Moore neighborhoods, and circular networks with  $K$  neighbors. However, it is also observed that in networks that have the same number of links, but different topologies, the critical value of the order parameter needed for the transition to occur varies, suggesting dependence with others network features.*

**Key words:** Axelrod model, cellular automaton, sociophysics, social dynamic models, complex systems.

## 1 Introducción

En este trabajo se presenta un modelo de dinámica social relacionado con la difusión cultural, con una dependencia de los vínculos o conexiones de los agentes. El propósito es demostrar cómo algunos fenómenos sociales pueden ser modelados y simulados en forma numérica y cómo esos fenómenos pueden tener analogías con fenómenos físicos. Se trata de una aplicación de conceptos y herramientas del campo de estudio contemporáneo que se ha denominado *sistemas complejos*.

Sistemas Complejos es el nuevo enfoque para la ciencia, en el cual se estudia como las interacciones entre las partes dan lugar a comportamientos colectivos en un sistema, y cómo interactúa el sistema y forma relaciones con su entorno. Sistemas sociales formados (en gran parte) por relaciones entre las personas, el cerebro formado a partir de neuronas, moléculas formadas a partir de átomos, el clima

formado a partir del flujo de aire son todos ejemplos de sistemas complejos. El estudio de los sistemas complejos es transversal a todos los campos de la ciencia, así como las ingenierías, y la medicina. También es relevante en el arte, la historia, la literatura y otras humanidades. Se centra en ciertas cuestiones sobre las relaciones y cómo las partes forman un todo [1].

Los sistemas complejos hacen uso de la estadística, la probabilidad, el álgebra lineal, la termodinámica, los métodos numéricos, el modelado y la simulación, entre otras disciplinas. Este trabajo se realiza empleando principalmente técnicas de modelado y simulación. La simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura

de sistemas complejos del mundo real a través de largos períodos de tiempo [2].

El estudio de los sistemas complejos se ha caracterizado especialmente por su carácter interdisciplinario. El impulso inicial a las ideas de complejidad y emergencia en el ámbito de los sistemas sociales y económicos impulsó la creación de modelos basados en agentes para explicar diversos fenómenos colectivos sociales.

Basados en las ideas de Axelrod, en el presente trabajo se presentan los resultados preliminares del estudio de un modelo de dinámica social para determinar el efecto de las conexiones o vínculos en la diseminación de cultural. En la sección 1 se hace una revisión breve del modelo de Axelrod. En la sección 2 se muestra la dependencia del modelo de propagación cultural con los vínculos de los agentes, se utilizan dos tipos de redes para demostrar ésta dependencia: redes cuadradas con vecindad de Moore y redes circulares con  $K$  conexiones. Finalmente la sección 3 contiene las conclusiones de éste trabajo.

## 2 Modelo de Axelrod

El profesor de ciencias políticas de la Universidad de Michigan, Robert Axelrod, conocido por sus trabajos sobre la evolución de la cooperación [3–7], desarrolló un modelo en 1997 para explicar la diseminación de la cultura. El modelo de Axelrod trata de responder de manera sencilla, el por qué los individuos pertenecientes a ciertas sociedades convergen o no a una única cultura, a pesar que la interacción entre los mismos actúa en favor de que desaparezcan las diferencias. Diversos estudios se han realizado en base a éste modelo, incluyendo el efecto de la propaganda y los medios [8, 9], el rol de la dimensionalidad [10], la derivación cultural y homofilia [11], etc. En el citado artículo el matemático con doctorado en Ciencias Políticas, Robert Axelrod, comienza con la siguiente pregunta [12]:

“Si las personas tienden a ser cada vez más parecidas en sus creencias, actitudes y comportamientos cuando estas interactúan ¿Por qué no todas las diferencias eventualmente desaparecen?”

Para responder esta pregunta, Axelrod propone un modelo simple, con ingredientes mínimos, para explorar mecanismos de competencia entre la tendencia hacia la homogeneidad cultural o globalización, y la persistencia de diversidad cultural en sistemas sociales. Axelrod (1997) utiliza la palabra “cultura” para denotar “el conjunto de atributos individuales que están sujetos a la influencia social”. Sostiene que la cultura “es algo que la gente aprende unos de otros”, y por lo tanto algo que evoluciona a través de la influencia social. Ejemplos de tales atributos culturales son lenguaje, arte, opiniones, convenciones sociales, estándares técnicos, etc. Para estudiar el proceso de difusión cultural, Axelrod construye un modelo basado en dos simples suposiciones:

1) las personas son más propensas a interactuar con otras personas que comparten muchos de sus atributos culturales, y

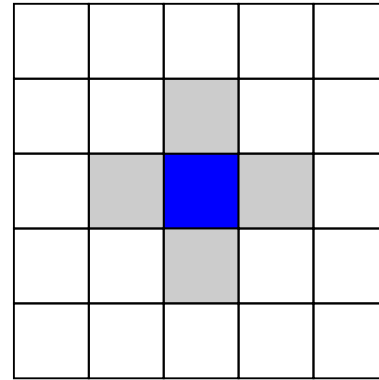


Fig. 1. Vecindad de von Neumann en una red bidimensional.

2) estas interacciones tienden a aumentar el número de atributos culturales que comparten (por lo que es más probable que vuelvan a interactuar).

En términos matemáticos, podemos formular el modelo de Axelrod de la siguiente manera. Consideraremos un sistema social compuesto de  $N$  agentes o individuos distribuidos espacialmente en una red bidimensional de lado  $L$  ( $N = L \times L$ ). Nos enfocaremos en una estructura de red con vecindad de von Neumann [13], como se muestra en la figura 5.

La figura 1 muestra la vecindad de von Neumann, la celda azul representa el agente y las grises los vecinos, contactos o conexiones con el agente.

La cultura de un individuo se caracteriza por una lista de características, o dimensiones de la cultura (por ejemplo, el idioma, la religión, el estilo de vestir...); para cada característica o atributo hay un conjunto de rasgos  $q$ , que son los valores alternativos que la característica puede tener. El estado cultural de un individuo o agente  $i$  puede ser representado por un vector de  $F$  componentes o atributos culturales:

$$C_i = (\sigma_{i1}, \sigma_{i2}, \sigma_{i3}, \dots, \sigma_{if}, \dots, \sigma_{iF}). \quad (1)$$

La coordenada  $\sigma_{if}$  es un número entero que hace referencia al valor o rango que posee la componente  $f$  del vector cultural perteneciente al agente  $i$ . Cada atributo  $\sigma_{if}$  puede tomar  $q$  valores o rasgos culturales. No existe ningún valor o significado específico dado a ningún atributo o rasgo; todos se consideran equivalentes.

Por simplicidad, se asume que el número de atributos  $F$  es el mismo para todos los agentes en el sistema (individuos similares) y también que cada atributo posee el mismo conjunto posible de rasgos  $q$ . Luego, hay un total de  $q^F$  estados culturales equivalentes posibles en el sistema. La figura 2 muestra el caso de un sistema caracterizado por  $F = 3$  y  $q = 2$  y que dispone por lo tanto de  $2^3$  vectores o estados  $S$  culturales distintos posibles.

En la figura 2 se puede suponer de un conjunto de personas, docentes por ejemplo, con vectores culturales compuestos de 3 atributos  $C_i = (\text{sistema operativo de uso,}$

bebida alcohólica preferida, área de investigación). Por ejemplo para el atributo sistema operativo podemos elegir entre *windows* y *linux*.

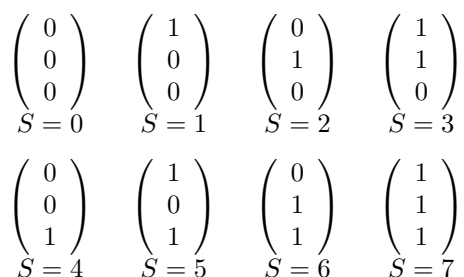


Fig. 2. Estados culturales posibles para  $F = 3$  y  $q = 2$ .

El modelo de Axelrod es un sistema dinámico espacio-temporal perteneciente a la clase de autómatas celulares; es decir, sistemas con tiempo, espacio y estados discretos. Todos los agentes comparten el mismo atributo para  $f$ , y todas las características tienen el mismo número de valores  $q$ . Así, la cultura individual del agente  $i$  está representada por un vector  $C_i$  de variables  $f$ , donde cada variable toma un valor entero en el rango  $[0, q - 1]$ . Inicialmente, a los individuos se les asigna una cultura aleatoria. Por lo tanto, el parámetro  $q$ , que define los posibles rasgos de cada dimensión cultural, puede ser visto como una medida del desorden inicial o de la variedad cultural en el sistema.

La dinámica de interacción entre los agentes se conduce mediante el algoritmo siguiente:

- Un agente  $i$  (activo) se selecciona al azar.
- Uno de los vecinos del agente  $i$ , denominado agente  $j$  (pasivo), se selecciona al azar.
- Los agentes  $i$  y  $j$  interactúan con una probabilidad proporcional a su similitud cultural u overlap  $O(i, j)$ , el cual está definido por el número de rasgos culturales para los cuales los agentes  $i$  y  $j$  tienen el mismo valor:

$$O(i, j) = \sum_{f=1}^F \delta\sigma_{if}\sigma_{jf}, \quad (2)$$

donde  $\delta$  es la delta de Kronecker, una función de dos variables; vale 1 si  $\sigma_{if}$  y  $\sigma_{jf}$  son iguales, y 0 si son diferentes.

- Si  $0 > O(i, j) > F$ , los elementos interactúan con probabilidad  $p = O(i, j)/F$ .
- La interacción consiste en que el agente activo  $i$  selecciona al azar una de las características  $F - O(i, j)$  en las que difieren los dos agentes, y copia el rasgo del agente pasivo  $j$ . De esta manera, el agente  $i$  se acerca a los intereses culturales del agente  $j$ .

El proceso descrito anteriormente continúa hasta que no se produzca ningún cambio cultural. Esto sucede cuando cada par de agentes vecinos tienen culturas que son idénticas o completamente diferentes.

La dinámica del modelo original de Axelrod es un proceso adaptativo; esto es, los elementos tratan de parecerse

o adaptarse a su entorno. Este tipo de comportamiento es típico de sistemas sociales y biológicos. En este modelo no hay racionalidad, intencionalidad u objetivos específicos; ni tampoco existe una autoridad central. En tal sentido, el comportamiento colectivo resultante de las interacciones del sistema es emergente, autónomo o auto-organizado [8].

### 2.1 Visualización del modelo de Axelrod

Se parte asignando aleatoriamente los rasgos para cada atributo en  $t = 0$ , manteniendo el número de atributos  $F$  y rasgos  $q$  fijos en el sistema. Se encuentra que un sistema finito con la dinámica de Axelrod siempre alcanza un estado estático o congelado, en el cual no ocurren más interacciones [14].

Con la finalidad de visualizar la dinámica del modelo de Axelrod, se considera una red de  $N = 20 \times 20$  elementos, con condiciones de frontera periódicas,  $F = 10$  y valor variable de  $q$ . A cada estado cultural posible  $S$  del sistema se le asigna un color. En la figura 3 se observa, en los dos cuadros superiores, que para valores pequeños de  $q$ , y menores que un cierto valor crítico  $q_c \approx 56$ , el sistema siempre evoluciona hacia un estado ordenado, culturalmente homogéneo (monocultural) en el cual todos los estados  $C_i$  de los agentes son iguales. El estado monocultural que alcanza el sistema puede ser cualquiera de los posibles estados  $S$ , los cuales son probabilísticamente equivalentes.

Sin embargo, para valores de  $q$  mayores que  $q_c \approx 56$  (los dos cuadros inferiores), el sistema alcanza un estado multicultural, en el cual coexisten regiones o dominios espaciales con diferentes estados culturales. Se define como dominio cultural a un conjunto de elementos conectados entre sí, que poseen idéntico vector cultural  $S$ . Luego el número de opciones o rasgos disponibles por atributo cultural determina el estado global asintótico o final del sistema,

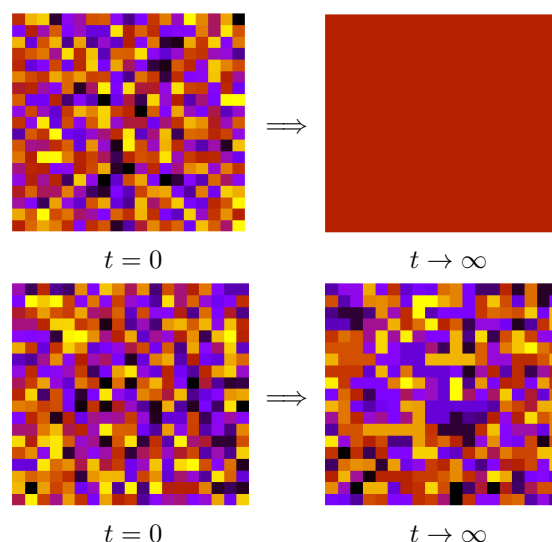


Fig. 3. Estados asintóticos en el modelo de Axelrod para una red de  $N = 20 \times 20$  agentes con  $F = 10$ , para valores diferentes de  $q$ , mayores y menores que el valor crítico  $q_c \approx 56$ .

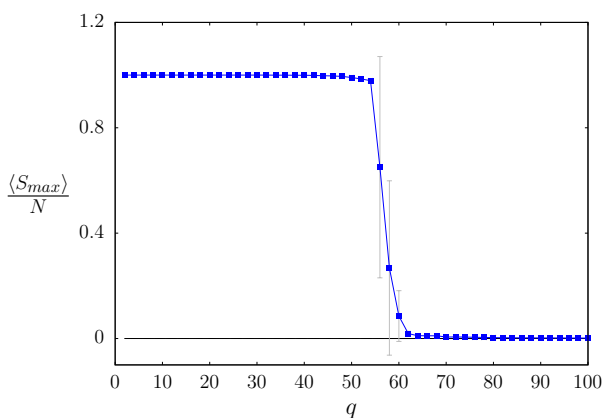
el cual puede ser ordenado (homogéneo o monocultural) o desordenado (multicultural).

Si se aumenta el número de atributos  $F$ , manteniendo  $q$  fijo, no se observa incremento hacia la multiculturalidad en el sistema. Mas bien ocurre lo contrario, con más componentes en los vectores culturales, existe una mayor probabilidad de que los elementos vecinos tengan atributos iguales y, por lo tanto, sean capaces de interactuar e incrementar la convergencia del sistema hacia un estado homogéneo.

El modelo de Axelrod ha llamado la atención de los físicos, ya que se ha descubierto existencia de una transición de fase en las propiedades colectivas de los estados finales o asintóticos del sistema [14, 15]. El sistema experimenta una transición colectiva entre una fase o régimen ordenado (cultura homogénea o monocultural) y una fase desordenada (culturalmente fragmentada o multicultural) al variar un parámetro, en esta caso  $q$ . Este fenómeno es similar a las transiciones de fase observadas en una gran variedad de sistemas físicos, como transiciones líquido-sólido, laminaridad-turbulencia en fluidos, sistemas de espines en física cuántica, etc.

Las propiedades estadísticas del modelo de Axelrod pueden ser caracterizadas mediante un parámetro de orden: una sola cantidad global que mide el grado de orden o desorden en el sistema. En este sentido se utiliza el promedio del tamaño del dominio cultural más grande  $\langle S_{max} \rangle$  normalizado entre el número total de agentes, como parámetro de orden. El mismo es calculado sobre varias simulaciones con condiciones iniciales aleatoriamente diferentes.

En la figura 4 se muestra el parámetro de orden normalizado  $\langle S_{max} \rangle / N$  (fracción de elementos del sistema correspondiente al dominio más grande) como función de  $q$  para  $F = 10$ . Los valores de  $\langle S_{max} \rangle / N$  para cada valor de  $q$  se calcularon sobre 20 realizaciones con condiciones iniciales aleatorias diferentes. La barra vertical indica el error absoluto promedio calculado sobre las 20 realizacio-



**Fig. 4.** Parámetro de orden  $\langle S_{max} \rangle / N$  en función del número de rasgos  $q$  para  $N = 100 \times 100$  y  $F = 10$ . Se observa la transición de fase para  $q_c \approx 56$ .

nes dado por:

$$\langle \varepsilon \rangle = \frac{\sum_{h=1}^{20} |\langle S_{max} \rangle - S_{max(h)}|}{20N}. \quad (3)$$

En la figura 4 se puede apreciar que para valores de  $q < q_c$ , el sistema alcanza un estado final de un solo dominio o estado monocultural, caracterizado por un valor del parámetro de orden  $\langle S_{max} \rangle / N = 1$ ; mientras que para  $q > q_c$ , se obtienen múltiples dominios culturales y el parámetro de orden  $\langle S_{max} \rangle / N$  tiende a ser muy pequeño. Una transición entre estos dos estados ocurre para el valor crítico  $q_c \approx 56$ . De ésta manera se puede evidenciar una transición de fase orden-desorden, análoga a otras transiciones observadas en diversos sistemas físicos y químicos.

### 3 Dependencia del parámetro de orden con el número de vínculos del sistema

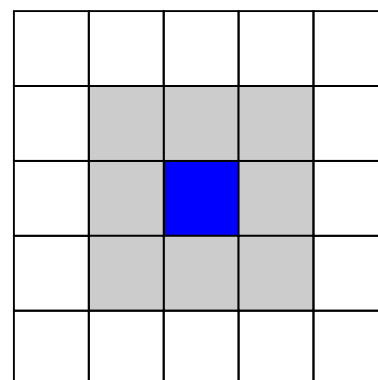
Los estudios realizados en el modelo de Axelrod se han concentrado en las propiedades colectivas del sistema que resultan de las interacciones entre los agentes representando algún tipo de influencia social. Sin embargo, el sustrato espacial donde yacen muchos sistemas naturales y artificiales están sujetos a diferentes números de vecindades o topologías que son capaces de inducir cambios en los comportamientos colectivos observados, muchos de los cuales pueden tener alguna utilidad práctica.

En el presente trabajo se muestra la fase inicial de una investigación que pretende estudiar el efecto o dependencia que tiene el número de vínculos o conexiones de los agentes sobre un sistema social gobernado por las leyes de diseminación cultural dado por el modelo de Axelrod.

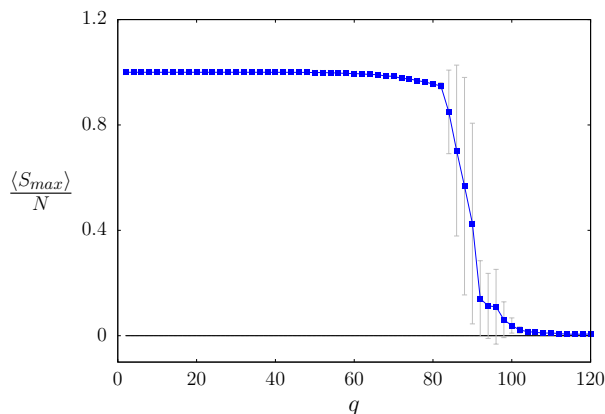
#### 3.1 Vecindad de Moore

Comenzamos nuestro estudio utilizando una red bidimensional cuadrada con una vecindad de ocho vecinos o conexiones, denominada vecindad de Moore en honor al pionero en el campo de la teoría de autómatas celulares Edward F. Moore [16].

La figura 5 muestra la vecindad de Moore, la celda azul representa el agente y las grises los vecinos, contactos o conexiones con el agente.



**Fig. 5.** Vecindad de Moore en una red bidimensional.



**Fig. 6.** Parámetro de orden  $\langle S_{max} \rangle / N$  en función del número de rasgos  $q$  para  $N = 100 \times 100$ ,  $F = 10$ , con vecindad de Moore. Se observa la transición de fase para  $q_c \approx 90$ .

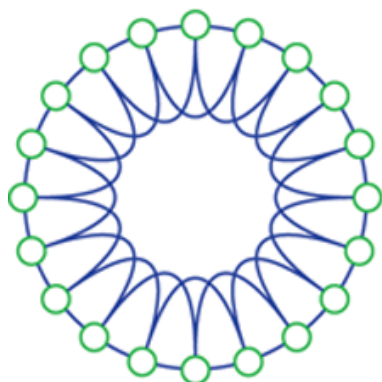
Las propiedades estadísticas del modelo de Axelrod con vecindad de Moore serán caracterizadas mediante el parámetro de orden  $\langle S_{max} \rangle$  normalizado. Los valores de  $\langle S_{max} \rangle / N$  para cada valor de  $q$  se calcularon sobre 20 realizaciones con condiciones iniciales aleatorias diferentes.

En la figura 7 se muestra el parámetro de orden  $\langle S_{max} \rangle / N$  (fracción de elementos del sistema correspondiente al dominio más grande) como función de  $q$ ,  $F = 10$  para un sistema de  $N = 100 \times 100$  agentes empleando la vecindad de Moore. Se puede observar un corrimiento en el número de rasgos críticos  $q_c$  en comparación con el sistema que tiene vecindad de von Neumann.

### 3.2 Redes circulares con $K$ vínculos

Con el propósito de estudiar la dependencia del valor crítico de  $q_c$  para la transición de estado monocultural a multicultural con el número de vínculos, emplearemos redes circulares. Las redes circulares nos permiten variar de manera sencilla el número de conexiones de los agentes.

La figura 7 muestra una red circular donde los agentes tienen  $k = 2$  conexiones o vínculos a cada lado, dando un total de  $K = 2k = 4$  conexiones para cada agente.

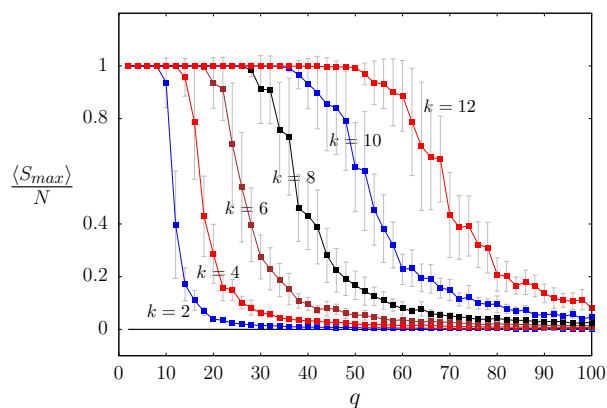


**Fig. 7.** Red circular con  $k = 2$  conexiones a cada lado y  $K = 2k = 4$  conexiones totales por agente.

Nuevamente las propiedades estadísticas del modelo de Axelrod con redes circulares son caracterizadas por el parámetro de orden  $\langle S_{max} \rangle$  normalizado. Los valores de  $\langle S_{max} \rangle / N$  para cada valor de  $q$  se calculan sobre 20 realizaciones con condiciones iniciales aleatorias diferentes.

Para cada valor de  $k$  se hace un barrido del número de rasgos  $q$ , hasta llegar a 120. Como en las simulaciones anteriores se mantiene a  $F$  fijo en  $F = 10$  y en este caso se considera  $N = 2500$  agentes.

En la figura 8 se observa la cantidad  $\langle S_{max} \rangle / N$  en función de  $q$  para diferentes valores del número de vínculos  $k$ . Se puede apreciar el corrimiento del valor de  $q_c$  a medida que se aumenta el número de conexiones.



**Fig. 8.** Parámetro de orden  $\langle S_{max} \rangle / N$  en función del número de rasgos  $q$  para redes circulares con  $N = 2500$ ,  $F = 10$  y diferentes valores de  $k$ . Se observa que  $q_c$  depende del número  $K = 2k$  de conexiones para cada agente.

En la gráfica 8, con  $k = 2$ , que corresponde a  $K = 4$  vínculos, el valor de  $q_c \approx 20$ , el cual está muy por debajo del valor de  $q_c \approx 56$  de la vecindad de von Neumann, y tiene igual número de vínculos. Igualmente sucede con el valor  $q_c$  para  $k = 4$ , lo que corresponde a  $K = 8$  vínculos si compara con el valor de  $q_c$  de la vecindad de More, la cuál tiene igual número de conexiones.

## 4 Conclusiones

Este trabajo demuestra que se puede establecer una dependencia entre el número de vínculos y el comportamiento de un sistema sujeto a la dinámica de diseminación cultural de Axelrod. El estudio muestra que es posible establecer analogías entre modelos de dinámica social y sistemas físicos. Se ha presentado un modelo con ingredientes mínimos que permite estudiar la influencia de una de las propiedades del sustrato espacial sobre un sistema social.

En las simulaciones realizadas se puede constatar la dependencia del valor  $q_c$  para la transición de fase monocultural-multicultural, con el número de vínculos que poseen los agentes del sistema.

Los resultados sugieren, que pese a que se observa una relación de la transición de fase con el número de vínculos, ésta en realidad depende de otra propiedad de la



red, como puede ser el diámetro de la misma, el coeficiente de clustering, la densidad, o la longitud promedio entre los nodos de la red, entre otras propiedades. Tales estudios se realizarán para dar continuidad a la investigación.

Como se indicó, el siguiente trabajo muestra los resultados parciales de una investigación que tiene por objeto determinar la dependencia de la topología de la red en las transiciones de fase del modelo de Axelrod.

Cabe también señalar que el trabajo se puede extender a estudiar la dependencia del modelo con redes complejas, tales como las redes de escala libre o las de tipo pequeño mundo.

## Referencias

1. Y. Bar-Yam, "General Features of Complex Systems," *EOLSS UNESCO Publishers, Oxford, UK*, p. 10.
2. G. Farin and D. Hansford, *Mathematical Principles for Scientific Computing and Visualization*. Wellesley, Mass: A K Peters/CRC Press, Oct. 2008.
3. R. M. Axelrod, *The Complexity of Cooperation: Agent-based Models of Competition and Collaboration*. Princeton University Press, 1997.
4. R. Axelrod, "The emergence of cooperation among egoists," *American political science review*, vol. 75, no. 2, pp. 306–318, 1981.
5. R. Axelrod, K. Sigmund, and M. A. Nowak, "The Complexity of Cooperation," *Nature*, vol. 392, no. 6675, p. 457, 1998.
6. R. Axelrod and D. Dion, "The further evolution of cooperation," *Science*, vol. 242, no. 4884, pp. 1385–1390, 1988.
7. R. Axelrod and W. D. Hamilton, "The evolution of cooperation," *science*, vol. 211, no. 4489, pp. 1390–1396, 1981.
8. M. G. Cosenza, K. Tucci, G. Avella, and J. C., "Modelo sociofísico de la influencia de propaganda masiva en un sistema social," *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, vol. 22, no. 1, pp. 37–44, 2007.
9. J. C. González-Avella, M. G. Cosenza, K. Klemm, V. M. Eguíluz, and M. San Miguel, "Information feedback and mass media effects in cultural dynamics," *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, vol. 10, no. 3, p. 9, 2007.
10. K. Klemm, V. M. Eguíluz, R. Toral, and M. S. Miguel, "Role of dimensionality in Axelrod's model for the dissemination of culture," *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 327, pp. 1–5, Sept. 2003.
11. D. Centola, J. C. González-Avella, V. M. Eguíluz, and M. San Miguel, "Homophily, Cultural Drift, and the Co-Evolution of Cultural Groups," *Journal of Conflict Resolution*, vol. 51, pp. 905–929, Dec. 2007.
12. R. Axelrod, "The Dissemination of Culture: A Model with Local Convergence and Global Polarization," *Journal of Conflict Resolution*, vol. 41, pp. 203–226, Apr. 1997.
13. T. Toffoli and N. Margolus, *Cellular Automata Machines: A New Environment for Modeling*. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1987.
14. C. Castellano, M. Marsili, and A. Vespignani, "Nonequilibrium Phase Transition in a Model for Social Influence," *Physical Review Letters*, vol. 85, pp. 3536–3539, Oct. 2000.
15. K. Klemm, V. M. Eguíluz, R. Toral, and M. San Miguel, "Nonequilibrium transitions in complex networks: A model of social interaction," *Physical Review E*, vol. 67, p. 026120, Feb. 2003.
16. S. Wolfram, *Theory and Applications of Cellular Automata: (including Selected Papers 1983-1986)*. World Scientific, 1983.

## Listado de Autores

Amanda Grajales, 97  
Andrea Vanessa Mory Alvarado, 1  
Andrés Muñoz Mayorga, 103  
Andrés Octavio Solórzano Criollo, 73  
Andrés Sebastián Quevedo Sacoto, 53

Carlos Enrique Encalada Loja, 27, 65  
Cesár Remigio Vega Abad, 21  
Christian Giovanni Guamán Ávila, 65  
César Alvarito Coronel González, 53

Danny Patricio Andrade Cárdenas, 109, 119  
Diana Ximena Poma Japón, 13, 57, 113  
Diego Marcelo Cordero Guzmán, 7

Fausto Giovanni Estévez Abad, 45  
Fernando Mauricio Rosero, 97  
Francisco Bolaños Burgos, 81

Gabriel Toalongo González, 89  
Gabriela Montesdeoca Vásquez, 81

Jaime Hernán Niveló Fernández, 21  
Jenny Karina Vizñay Durán, 13, 57, 113  
José Antonio Carrillo Zenteno, 109, 119  
Juan Pablo Cuenca Tapia, 89  
Julio Jhovany Santacruz Espinoza, 35

Katerine Marcelles, 97

Luis Fernando Garzón Abad, 35  
Luis Miguel Palacios Nugra, 65

Miguel A. Tunubalá, 97  
Milton Alfredo Campoverde Molina, 13, 57,  
113

Orlando Álvarez Llamaza, 125

Santiago Pérez Solarte, 103  
Siler Amador Donado, 97, 103  
Silvia Eulalia Vintimilla Jara, 45

Zhindón Mora Martín Giovanni, 53