

# PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO (MÓDULOS: VERIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO, Y PROGRAMA DE MANTENIMIENTO)

M.C. Francisco Javier Gutiérrez Mata<sup>1</sup>, Ing. Rogelio Ramírez Silva<sup>2</sup>,  
Dr. Eduardo de la Cruz Gámez<sup>3</sup> y M.T.I. Eloy Cadena Mendoza<sup>4</sup>

**Resumen**—El presente artículo es una propuesta de un sistema de información web para la gestión del mantenimiento de la infraestructura y equipo del Instituto Tecnológico de Acapulco (ITA), donde actualmente la parte administrativa de la elaboración de verificaciones de infraestructura y equipo, programa de mantenimiento, generación de solicitudes de mantenimiento y creación de órdenes de trabajo se lleva a cabo en formatos llenados manualmente con bolígrafo y papel. El presente trabajo se lleva a cabo con el objetivo de resolver la ausencia de un sistema que permita a los departamentos de Recursos Materiales y Servicios, Mantenimientos de Equipo y Centro de Cómputo del ITA a tomar decisiones haciendo uso del sistema propuesto.

**Palabras clave**—Software, Web, Herramienta, Scrum, RUP.

## Introducción

Debido a los avances tecnológicos en los últimos años y al impacto que han tenido en la sociedad, muchas organizaciones han adoptado un nuevo modelo para realizar sus funciones cotidianas. La incorporación de nuevas tecnologías dentro de una organización trae consigo numerosas ventajas como la automatización de procesos, simplificación de tareas, disminución de costos de operación y producción, reducción en el tiempo de entrega del producto, agilización de servicios y el incremento en la productividad, entre muchas otras ventajas que la hacen más competitiva.

Estas ventajas competitivas pueden lograrse con la ayuda de un sistema de cómputo. Estos sistemas son capaces de gestionar peticiones específicas hechas por los usuarios (como consultar información en una Base de Datos, realizar operaciones matemáticas de gran escala o acceder a la información de una empresa de forma remota, entre otras) y responder de manera casi inmediata, dejando la posibilidad abierta para el continuo crecimiento de una organización.

En la actualidad, los sistemas están disponibles para cualquier empresa, gracias a la constante evolución de los dispositivos de cómputo que día a día se vuelven más baratos y poderosos para procesar volúmenes de datos de información cada vez mayores que ayudan a la toma de decisiones.

La mayoría de los departamentos del Instituto Tecnológico de Acapulco (ITA) continúan llevando a cabo sus operaciones de forma convencional, administrando el flujo de información manualmente en hojas. Debido a la gran cantidad de papel que se genera, se propone la herramienta SISCMIIE (Sistema de Información Web para el Seguimiento y Control del Mantenimiento de Infraestructura y Equipo) la cual gestionará los procesos que conlleva el mantenimiento de edificios, equipos de cómputo, recursos materiales y entre otros. También se gestionará la digitalización de todos los formatos que se generan en dichos procesos haciendo uso de las técnicas computacionales, para minimizar costos y agilizar procesos en sus operaciones, además de reducir el uso de papel en un porcentaje considerable, debido a que la institución está dentro de la norma ISO14001 (Certificación del Sistema de Gestión Ambiental). Cuando se habla de reducir costos es porque el sistema contará con la información almacenada en discos duros, la cual podrá ser consultada sin necesidad de imprimirla en hojas de papel.

En el ITA no se cuenta con un sistema de información que gestione la verificación y mantenimiento de

<sup>1</sup> M.C. Francisco Javier Gutiérrez Mata, es Docente del Programa de Maestría e Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Acapulco, [fcomata84@hotmail.com](mailto:fcomata84@hotmail.com)

<sup>2</sup> Ing. Rogelio Ramírez Silva, es Estudiante del Programa de Maestría e Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco, [rrasilva18@gmail.com](mailto:rrasilva18@gmail.com)

<sup>3</sup> Dr. Eduardo de la Cruz Gámez, es Docente del Programa de Maestría e Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco, [gamezeduardo@yahoo.com](mailto:gamezeduardo@yahoo.com)

<sup>4</sup> M.T.I. Eloy Cadena Mendoza, es Docente del Programa de Maestría e Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco, [eloy\\_cadena@yahoo.com](mailto:eloy_cadena@yahoo.com)

infraestructura y equipo, solicitudes de mantenimiento, órdenes de trabajo y la elaboración del programa de mantenimiento preventivo. Las actividades anteriormente mencionadas de las cuales están a cargo tres departamentos, los cuales son, Recursos Materiales y Servicios, Mantenimiento de Equipo y Centro de Cómputo. La realización de todas las actividades que conlleva el procedimiento para el mantenimiento preventivo y/o correctivo de la infraestructura y equipo, se realiza en formatos de papel elaborados en un editor de texto plano que son llenados con bolígrafo y almacenados en carpetas después de ser manipulados. Son archivados para futuras auditorías o aclaraciones de servicios elaborados a los distintos departamentos de la institución que solicitan soporte. Algunas de las actividades que realizan los departamentos son, revisión de estado de instalaciones de los espacios educativos, verificación de la infraestructura, sistemas de instalaciones, equipos y servicios necesarios para el funcionamiento de la institución, también se inspecciona equipo de cómputo, maquinaria, mobiliario, herramientas, vehículos, enseres, material y equipo didáctico en los laboratorios y demás objetos similares para la prestación del servicio educativo.

El presente proyecto analiza el diseño de un sistema para el seguimiento y control del procedimiento para el mantenimiento preventivo y/o correctivo de la infraestructura y equipo del ITA. En este trabajo se diseñan dos de cuatro módulos de un sistema de información que permita gestionar las actividades ya mencionadas, también se describirá la metodología de desarrollo del software, la arquitectura del proyecto y se explicará el diseño de los diagramas UML de cada módulo, el cual es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido, y utilizado en la actualidad que sustenta el diseño del sistema propuesto.

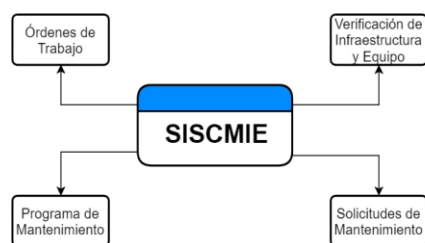


Figura 1 Módulos de SISCMIE

La herramienta SISCMIE, será una herramienta informática desarrollada para apoyar en el proceso de gestión del mantenimiento de equipos y verificación de infraestructuras en el ITA. El sistema contará con cuatro módulos, como se muestra en la figura 1, el primero es el de solicitudes de mantenimiento, es el encargado de gestionar todas las solicitudes que hacen las distintas áreas encargadas de alguna responsabilidad dentro del instituto cuando los equipos que utilizan presenta problemas o un edificio o inmueble requiere mantenimiento. El módulo órdenes de trabajo es el encargado de gestionar todas las solicitudes que se realizaron o están por realizarse. Algunos de los datos que se almacenan son, quién realizará el mantenimiento, qué día se realizará y observaciones que surjan durante el proceso en que se realiza el mantenimiento. El módulo verificación de infraestructura y equipo, es el encargado de gestionar todos los datos obtenidos durante las inspecciones que se realizan cada inicio de semestre, para ver las condiciones en las que se encuentran las instalaciones del tecnológico. Por último el módulo programa de mantenimiento se alimenta del módulo de verificación, ya que, los datos obtenidos se utilizan para crear un programa de mantenimiento preventivo de todas las anomalías encontradas en el proceso que realiza el módulo de verificación de infraestructura. De los 4 módulos descritos anteriormente se analizarán en este trabajo los módulos Verificación de Infraestructura y Equipo, y Programa de Mantenimiento.

### Metodología del desarrollo de SISCMIE

Para el desarrollo del sistema propuesto, se utilizarán para guiar el proceso de desarrollo una combinación de dos metodologías que son, Scrum y RUP (por sus siglas en inglés *Rational Unified Process*) la primera por ser una metodología ágil en el desarrollo de software que permite hacer entregas del software funcionando en pequeños lapsos de tiempo, y la segunda por generar diagramas de apoyo en el desarrollo que ayudan a entender mejor el diseño del software. En el desarrollo de software profesional raras veces se adopta una sola metodología para la implementación del software, siendo una buena práctica utilizar de cada metodología lo mejor que aporta cada una de ellas, para un mejor apoyo a la hora del desarrollo del proyecto.

#### Metodología ágil Scrum

Es una metodología ágil que ofrece un marco de referencia para la administración de proyectos. Principalmente se centra alrededor de un conjunto de iteraciones también llamados “sprints”, que son pequeños periodos de tiempo fijos en los que se desarrolla un incremento del sistema. La planeación se basa en priorizar un atraso de trabajo y seleccionar las tareas de importancia más alta para un sprint (Sommerville, 2011).



Figura 2 Proceso de Scrum (Sommerville, 2011)

En Scrum existen tres fases. La primera se encarga de la planeación del bosquejo, donde se establecen los objetivos generales del proyecto y el diseño de la arquitectura de software (figura 2), es importante mencionar que en esta etapa no se genera ningún tipo de artefacto (diagrama Entidad-Asociación, Casos de Uso, Estados o Secuencias, etc.), la segunda fase es una serie de sprints, donde cada ciclo es un incremento del sistema, es decir, una parte del proyecto funcionando. La tercera es la fase de cierre del proyecto, en donde concluye el proyecto, en la cual se hace la entrega del producto funcionando, se entrega la documentación requerida y manuales de usuario.

La parte medular de Scrum es la fase central de la metodología, los llamados sprints o también conocidos como iteraciones. Un sprint en Scrum es una unidad de planeación en la que se valora el trabajo que se va a realizar, se priorizan las tareas a realizar y que se entregarán al término del sprint que se está programado, posteriormente de que se priorizaron las tareas, se desarrolla y al término del desarrollo se hace una revisión del incremento a entregar.

Se optó por usar la metodología ágil SCRUM para el desarrollo de software del software porque es bien conocido que integra buenas prácticas de programación y beneficios como la entrega de pequeños módulos funcionando en cortos lapsos de tiempo y se pueden hacer correcciones de fallos en tiempos pequeños que con el tiempo ahorran al desarrollo, tiempo y sobre todo dinero.

### Metodología tradicional RUP

El Proceso Unificado de Racional (RUP, por las siglas de *Rational Unified Process*) está basado en componentes, y hace uso del Lenguaje Unificado de Modelado (UML) para preparar todos los esquemas de un sistema software. UML es una parte esencial del Proceso Unificado, lo cual se resumen en tres fases, dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura e incremental, esto es lo que hace único al Proceso Unificado (Jacobson et al, 2000)

Un proceso de desarrollo software son actividades que se tienen que realizar y que son necesarias para convertir los requisitos del usuario en un sistema software, es un marco de trabajo que se adapta a diferentes tipos de software, diferentes organizaciones y diferentes tamaños de proyectos.

En RUP un caso de uso es una funcionalidad del sistema que proporciona al usuario un resultado importante, los casos de usos representan requisitos funcionales, es decir, funciones que un sistema hará, es importante mencionar que los casos de uso no sólo son una herramienta que especifica las funcionalidades de un sistema, también son útiles en el diseño, implementación y pruebas, en decir, guían en el proceso de desarrollo del software. El papel que juega esta metodología en el desarrollo es muy importante, ya que se diseña la arquitectura de un software, tal como lo hace un arquitecto en las construcciones, antes de construir hacen cimientos fuertes para que en un futuro, la construcción no se venga abajo, es lo mismo con RUP, ya que, nos proporciona diagramas para un mayor entendimiento de lo que se está construyendo.

La vida del proceso unificado se repite en una serie de ciclos que constituyen la vida de un sistema, cada ciclo constituye una versión del producto. Cada ciclo consta de una fase: inicio, elaboración, construcción y transición. Y

durante cada etapa se generan diagramas que sirven de apoyo a la hora de implementar el sistema, como se muestra en la figura 3.

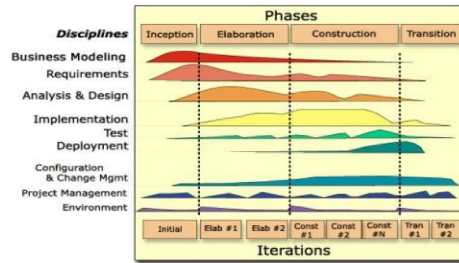


Figura 3 Artefactos de RUP (Jacobson et al, 2000)

Por el tipo de diagramas de apoyo que aporta RUP, es uno de los motivos por los se usará parte de esta metodología, ya que contar con el diseño de diagramas antes de comenzar la implementación del sistema es de mucha utilidad.

### Análisis de SISCMIÉ

Para el diseño y futura implementación de SISCMIÉ, fue necesario hacer uso de varias tecnologías y herramientas computacionales entre las que se destacan, el **Lenguaje Unificado de Modelado (UML)** una herramienta que se utiliza como apoyo para la comunicación entre la persona que tiene la idea y la persona que desarrolla el producto; esto se lleva a cabo mediante un conjunto de símbolos y diagramas que son usados como lenguaje intermediario entre quien tiene conocimiento del desarrollo y la persona que solicita el software (Schmuller, 2000).

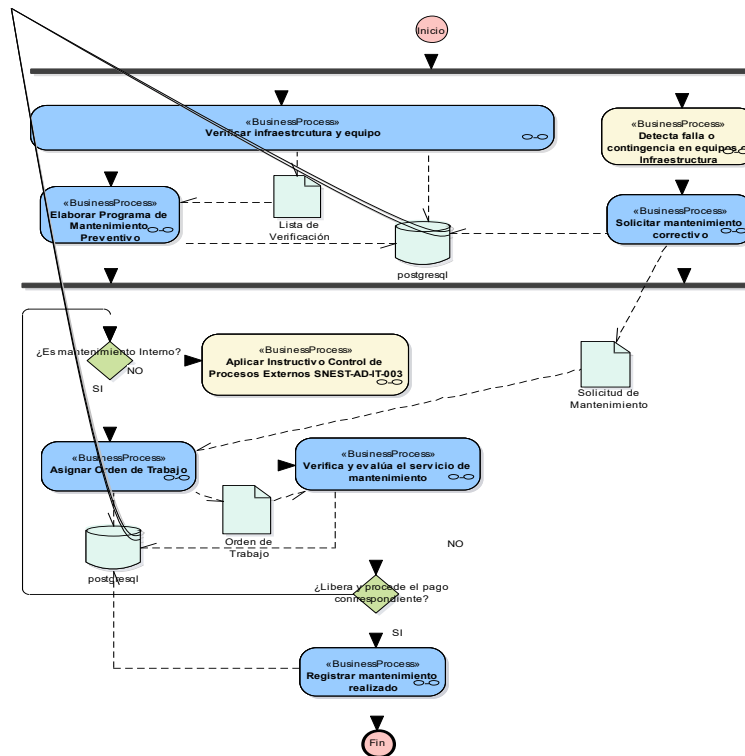


Figura 4 Modelado de negocios.

En el diagrama de modelado de procesos que se muestra en la figura 4, se observa una vista global de los procesos que se llevan a cabo actualmente en el ITA para realizar el procedimiento de mantenimiento y verificación de infraestructura y equipo.

A continuación se explica brevemente en que consiste cada proceso del modelado de negocio.

- Crear Solicitud

- En este proceso cada jefe de departamento o docente puede crear solicitudes de mantenimiento correctivo.
- Realizar Orden de Trabajo  
En este proceso el jefe de departamento realiza órdenes de trabajo para cada solicitud de mantenimiento correctivo que son solicitadas.
- Verificación de Infraestructura y Equipo  
Proceso en el cual se anotan las anomalías que son encontradas en la infraestructura y equipos del ITA.
- Elaborar Programa de Mantenimiento Preventivo  
En este proceso se realiza un programa de mantenimiento correctivo, a partir del proceso de verificación de infraestructura y equipo.
- Evaluar Trabajo Realizado  
En este proceso la persona que solicito un mantenimiento correctivo evalúa el trabajo realizado y firma el orden de trabajo que notifica el trabajo que se realizó.

Como parte del modelado del negocio que describe las actividades del proceso de verificación de infraestructura y equipo se obtuvo el diagrama de casos de uso, en el cual se muestran los distintos procesos que se realizarán en el desarrollo del sistema (Figura 5), cada caso de uso tiene asociado un actor del negocio los cuales están directamente relacionados con cada caso de uso, es decir, son las personas que interactuarán con el sistema directamente y cada caso de uso, son las funciones que cada uno podrá realizar en el sistema, dependiendo de los privilegios con los que cuenta el usuario que inicia sesión en el sistema.

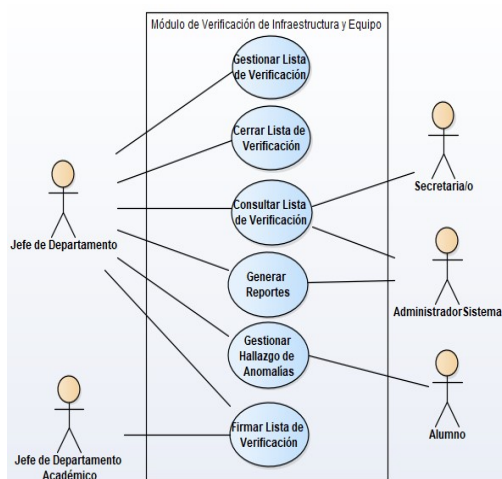


Figura 5 Diagrama de Casos de Uso de SISCMIÉ, módulo verificación.

El diagrama de casos de uso del módulo del programa de mantenimiento (Figura 6), muestra las acciones que los usuarios podrán realizar siempre y cuando estén autorizados.

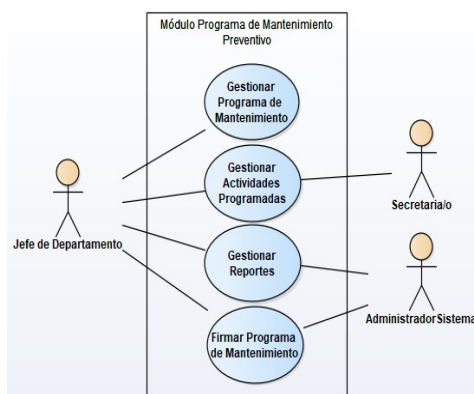


Figura 6 Diagrama de Casos de Uso de SISCMIÉ, módulo programa de mantenimiento.

### Arquitectura de software para la aplicación

El uso de patrones arquitectónicos como apoyo para el desarrollo de software es muy importante ya que nos ayudan a reutilizar partes de proyectos existentes, siendo una de los principales atributos del buen software, ya que nos permite reducir el tiempo de desarrollo y por lo tanto el costo del software. Las empresas que hacen uso de la reusabilidad obtienen mayor calidad en sus productos finales. Existen una gran cantidad de patrones arquitectónicos y cada uno de ellos está pensado para un determinado dominio. Existen patrones para sistemas en capas, sistemas distribuidos, sistemas basados en componentes, etc. En este artículo me enfocaré a hablar del que se utilizará en software a desarrollar (Tahuiton, 2011).

La arquitectura propuesta (figura 7), muestra los niveles y capas que conformará el proyecto, en el primer nivel (Nivel de aplicación) la capa de presentación contendrá las interfaces gráficas con las que el usuario interactuará directamente, la segunda capa que contendrá toda la lógica del negocio, es decir, las reglas con las que será programada la aplicación, la capa de modelos de datos contendrá las clases que representando las tablas de la base de datos para poder manipular y gestionar en memoria los datos en tiempo de ejecución, la capa de acceso a datos tendrá toda la infraestructura de acceso a datos, que será la capa del sistema que ayudará a persistir los datos en la base de datos. Por último el nivel de datos el cual es el segundo, representa la base de datos en la que se almacenará la información.

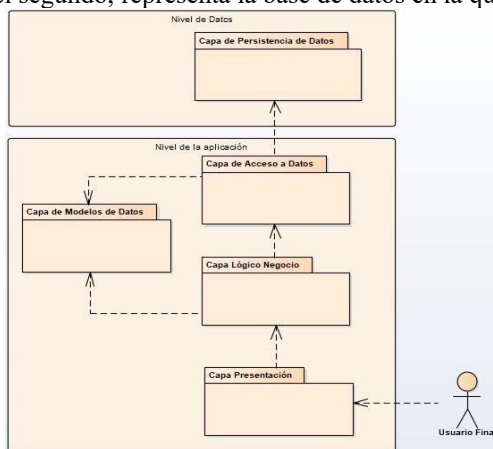


Figura 7 Arquitectura en dos niveles y cinco capas

Es importante mencionar que la arquitectura propuesta es fundamental para sentar las bases del proyecto, ya que está definiendo desde un principio como estará estructurado el software, qué tecnologías se utilizarán y como interactuarán cada una de las capas y los niveles. En la capa de presentación se propone hacer uso de una tecnología cliente la cual es angular como lenguaje para el desarrollo, el cual es un marco de desarrollo muy utilizado actualmente y que fue desarrollado por la empresa google, que da soporte al lenguaje cada vez que hay actualizaciones del mismo, es fácil de usar y tiene un curva de aprendizaje con mucho beneficios (Sanctis, 2016).

Del lado del servidor se hará uso de ASP.NET CORE MVC el cual es un marco de desarrollo para aplicaciones web desarrollado por Microsoft que combina la efectividad y el orden de la arquitectura usando la arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC) del desarrollo ágil (Freeman, 2017).

### Comentarios Finales

#### Conclusiones

Al desarrollar la herramienta SISCMIE, el personal del I.T.A que hará uso del sistema tendrá un mayor control de las solicitudes y mantenimientos preventivos creados cada semestre, así como un seguimiento más organizado de todos los procesos que se realizan. También es importante mencionar que la información obtenida en todos los procesos se almacenará en discos duros, de donde se podrá extraer la información necesaria cuando se lleve a cabo auditorías en los departamentos que utilicen el sistema propuesto. El sistema pudiera utilizarse en otros Institutos Tecnológicos que tengan procesos semejantes a los que se analizan en este sistema.

Con los diagramas presentados anteriormente y la metodología de desarrollo de software mencionada se dará soporte al desarrollo de los módulos verificación de infraestructura y equipo, y programa de mantenimiento preventivo que se implementarán en los dos primeros módulos propuestos en este artículo.

### Referencias

Freeman, A. (2017). *Pro ASP.NET CORE MVC 2*. London, UK: Apress.

- I. Jacobson, G. J. (2000). *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. Madrid: Pearson Educación, S.A.  
Sanctis, V. D. (2016). *ASP.NET Core and Angular 2*. Birmingham, UK: Packt Publishing Ltd.  
Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software*. México: Pearson Educación.  
Tahuiton Mora, J. (2011). *Arquitectura de software para aplicaciones web*. México D.F., México, México.

### Notas Bibliográficas

El **Ing. Francisco Javier Gutiérrez Mata** es Docente del Programa de Maestría e Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco.

El **Ing. Rogelio Ramírez Silva** es Estudiante del Programa de Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco.

El **Dr. Eduardo de la Cruz Gámez** es Docente del Programa de Maestría e Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco.

La **M.T.I. Eloy Cadena Mendoza** es Docente del Programa de Maestría e Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco.