

Sistema automatizado para la gestión del mantenimiento de equipos (módulos administración y solicitud de servicio)

Automated management system for equipment maintenance (Modules Administration and Service Request)

Ing. Yanelis Suárez Fragas, Ing. Diarelys Medina Peña, Dr.C. Pablo Manuel Hernández Alfonso

Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN. Actualmente en la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), la gestión del mantenimiento se realiza de forma poco eficiente y no responde a la metodología establecida. Lo antes expuesto está dado porque existe un gran volumen de información a gestionar que en la mayoría de los casos se maneja de forma manual. También se dificulta el uso de los sistemas de reporte y la fiabilidad de la información es dudosa. Unido a esto existe una escasa información de los equipos ya sea por pérdidas o deterioro y además no se cuenta con los recursos humanos capacitados para el desarrollo de las tareas de mantenimiento. El presente trabajo se lleva a cabo con el objetivo de mejorar la organización y funcionamiento de la gestión del mantenimiento y reparación de los equipos en la UNAH, destacando la gestión de las solicitudes del servicio de mantenimiento y la administración de los usuarios del mismo. Utilizando para guiar el proceso de desarrollo la metodología RUP (por sus siglas en inglés *Rational Unified Process*) con el fin de garantizar que la información se encuentre actualizada y que permita tomar decisiones con mayor rapidez a los que lo necesiten.

Palabras clave: mantenimiento, información, equipo, gestión.

ABSTRACT. Currently in the Agrarian University of Havana (UNAH), the management of maintenance is inefficiently performed and does not respond to the established methodology. This occurs because there is a large volume of information to be managed and in most cases is handled manually. It is also difficult the use of reporting systems and the reliability of the information is questionable. Coupled with this there is little information on the equipment either for losses or damage and also human resources have not been trained for the development of maintenance. This work was carried out with the aim of improving the organization and operation of the management and maintenance and repair of equipment in the UNAH, using the methodology RUP (*Rational Unified Process*) to ensure that the information is up to date and allow taking decisions more quickly.

Keywords: maintenance, information, equipment, management.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento es una actividad propia de la ingeniería que actualmente emplea multitud de recursos tales como sofisticados instrumentos de medida, potentes equipos informáticos y programas específicos. Estudios realizados recientemente, señalan que el mantenimiento implica a toda la economía nacional de forma que representa un por ciento del Producto Interior Bruto (PIB). Esto da una idea de la importancia del mantenimiento como sector estratégico que da trabajo a multitud de profesionales, de

todo tipo de calificación (Rodríguez et al, 2013).

El hecho de planificar y programar los trabajos de mantenimiento a grandes volúmenes de equipos e instalaciones ha visto en la automatización una oportunidad de constantes mejoras, y la posibilidad de plasmar procedimientos cada día más complejos e interdependientes (Améndola, 2007).

La Universidad Agraria de la Habana (UNAH) tiene como encargo estatal la formación de los recursos humanos en las

diferentes áreas del conocimiento que se imparten en la misma, siendo las ciencias agropecuarias las principales por haber sido las que dieron origen al Centro y además las que mayor demanda tienen por parte de la sociedad en los territorios de las provincias occidentales.

La formación de los recursos humanos en la Universidad necesita de infraestructura constructiva, tecnológica y de equipamiento cuya capacidad de trabajo o disponibilidad técnica garantice las funciones sustantivas de la organización. Dentro de estas funciones sustantivas se encuentra la gestión del mantenimiento siendo insuficiente para garantizar los indicadores de disponibilidad técnica requeridos para el equipamiento. Por tales motivos la dirección de mantenimiento e inversiones ha planteado la necesidad de mejorar la eficiencia en la gestión de su proceso de mantenimiento y reparación de equipos en el Centro, todo ello se formula sobre la base de la utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) como herramientas para el incremento de la eficiencia en la gestión de los procesos planteándose como propuesta la creación de un sistema de gestión para el mantenimiento y reparación de equipos en la UNAH sobre la base de una estructura de módulos.

Actualmente en la UNAH la gestión del mantenimiento se realiza de forma poco eficiente y no responde a la metodología establecida. Lo antes expuesto está dado porque existe un gran volumen de información a gestionar que en la mayoría de los casos se maneja de forma manual. También se dificulta el uso de los sistemas de reporte y la fiabilidad de la información es dudosa. Unido a esto existe una escasa información de los equipos ya sea por pérdidas o deterioro y además no se cuenta con los recursos humanos capacitados para el desarrollo de las tareas de mantenimiento.

El proceso durante el que se mantiene la capacidad del sistema para realizar una función, es conocido como proceso de mantenimiento, y se define como:

El conjunto de tareas de mantenimiento realizadas por el usuario para mantener la funcionalidad del sistema durante su vida operativa (Knexevic, 1996¹).

Según Serguevich el mantenimiento es, ante todo la gerencia y administración de recursos sobre bases sólidas de ingeniería y las decisiones técnicas deben ser confiables y estar basadas en informaciones que faciliten un conocimiento real del problema (Serguevich, 1999²).

Una de las principales tareas del mantenimiento técnico y reparaciones es la conservación de tal estado técnico de la maquinaria agrícola que le permita cumplir las funciones asignadas según las exigencias establecidas para determinadas labores en las condiciones dadas durante un período de tiempo dado. En Cuba se emplea el Sistema Planificado Preventivo de Mantenimientos Técnicos y Reparaciones, que aplica principalmente los tipos de mantenimiento Preventivo (Programado, Periódico, Sistemático) y Predictivo, predominando el primer tipo. En muchos casos el mantenimiento correctivo se convirtió

en la principal estrategia para mantener la capacidad de trabajo de la técnica agrícola (Fernández et al, 2010).

La automatización de la actividad de mantenimiento trae como resultado un incremento en el rendimiento y control que efectúa la misma.

La automatización de la actividad de mantenimiento trae como resultado un incremento en el rendimiento y control que efectúa la misma. (Díaz, 2015³). SGMANTE es una herramienta informática desarrollada para apoyar el proceso de gestión de mantenimiento de equipos en la UNAH. La misma cuenta con 4 módulos como se muestra en la Figura 1. El primero es el módulo de Administración el cual abarca todo el control de usuarios del sistema, así como los privilegios de los mismos para acceder al él. El módulo Patrimonio controla todo el equipamiento del centro organizado según la estructura jerárquica de la Universidad. El módulo de Solicitud de Servicio es el encargado de gestionar todas las solicitudes que hacen las distintas Áreas de responsabilidades dentro del centro a los especialistas de mantenimiento cuando presentan un problema con algunos de sus equipos. Por último el módulo de Órdenes de Trabajo gestiona todas las órdenes que se abran a partir de una solicitud de mantenimiento. De los 4 módulos descritos anteriormente se implementaron en esta investigación los módulos Administración y Solicitud de Servicio.



FIGURA 1. Módulos de SGMANTE.

Sistemas automatizados vinculados con la gestión del mantenimiento

Se analizaron diferentes sistemas automatizados que se utilizan para la gestión del mantenimiento. A continuación se describen cada uno de estos sistemas.

Renovetec: Permite gestionar el mantenimiento de la instalación, llevar un riguroso control del mantenimiento preventivo necesario, gestionar los avisos e incidencias, crear y gestionar órdenes de trabajo y llevar el control del stock de piezas de repuesto (Renovetec, 2014).

TPMplus: Es una aplicación web que permite gestionar de forma eficiente los activos industriales de cada empresa controlando los tiempos medios entre fallos y averías, paros de producción por mantenimiento o por averías, así como los costes de mantenimiento (Serbusa, 2012).

¹ KNEXEVIC, J. Mantenimiento, 211pp., Edtion ed., 1996.

² SERGUEVICH. Indicators for ChonicalDesease Surveillane. ASTCDPD and CDC [Type of Work]. 1999.

³ DÍAZ, S.E.: Mainpack 10.0. software para la gestión de la actividad de mantenimiento en la industria azucarera. ICIDCA, La Habana, Cuba, 2015

eMaint X3: El sistema permite programar y planificar los servicios del mantenimiento preventivo, los pedidos de trabajo, la aprobación de los pedidos de servicio, control de inventario y activos, reducción del tiempo de inoperación de máquinas y equipos (eMaint, 1986).

MÉTODOS

Para guiar el proceso del desarrollo del sistema informático SGMANTE se utilizó la metodología Rational Unified Process (RUP), siendo una metodología para la ingeniería de software que va más allá del análisis y diseño orientado a objetos para proporcionar una familia de técnicas que soportan el ciclo completo de desarrollo de software. El resultado es un proceso basado en componentes, dirigido por los casos de uso, centrado en la arquitectura, iterativo e incremental (Jacobson et al, 2000). Constituye un marco metodológico que define en términos de metas estratégicas, objetivos, actividades y artefactos (documentación) requeridos en cada fase de desarrollo (Santiago, 2013).

RUP se estructura en una forma bidimensional, tal como se muestra en la Figura 2. En el eje vertical se encuentran las dis-

tintas etapas de desarrollo, que se denominan “*Core Workflows*” (flujos de trabajo). En el eje horizontal aparece la evolución en el tiempo, que se da en cuatro fases. En cada fase hay una o más iteraciones, según sus objetivos específicos:

- La fase de concepción tiene por finalidad definir la visión, los objetivos y el alcance del proyecto, tanto desde el punto de vista funcional como del técnico, obteniéndose como uno de los principales resultados una lista de los Casos de Uso y una lista de los factores de riesgo del proyecto. El principal esfuerzo está radicado en el “Modelamiento del Negocio” y el “Análisis de Requerimientos”.
- La Fase de Elaboración tiene como principal finalidad completar el análisis de los Casos de Uso y definir la arquitectura del sistema. En esta etapa se busca eliminar los principales riesgos técnicos.
- La fase de Construcción está compuesta por un ciclo de varias iteraciones, en las cuales se van incorporando sucesivamente los casos de uso, de acuerdo a los factores de riesgo del proyecto.
- La fase de Transición se inicia con una versión “beta” del sistema y culmina con el sistema en fase de producción.

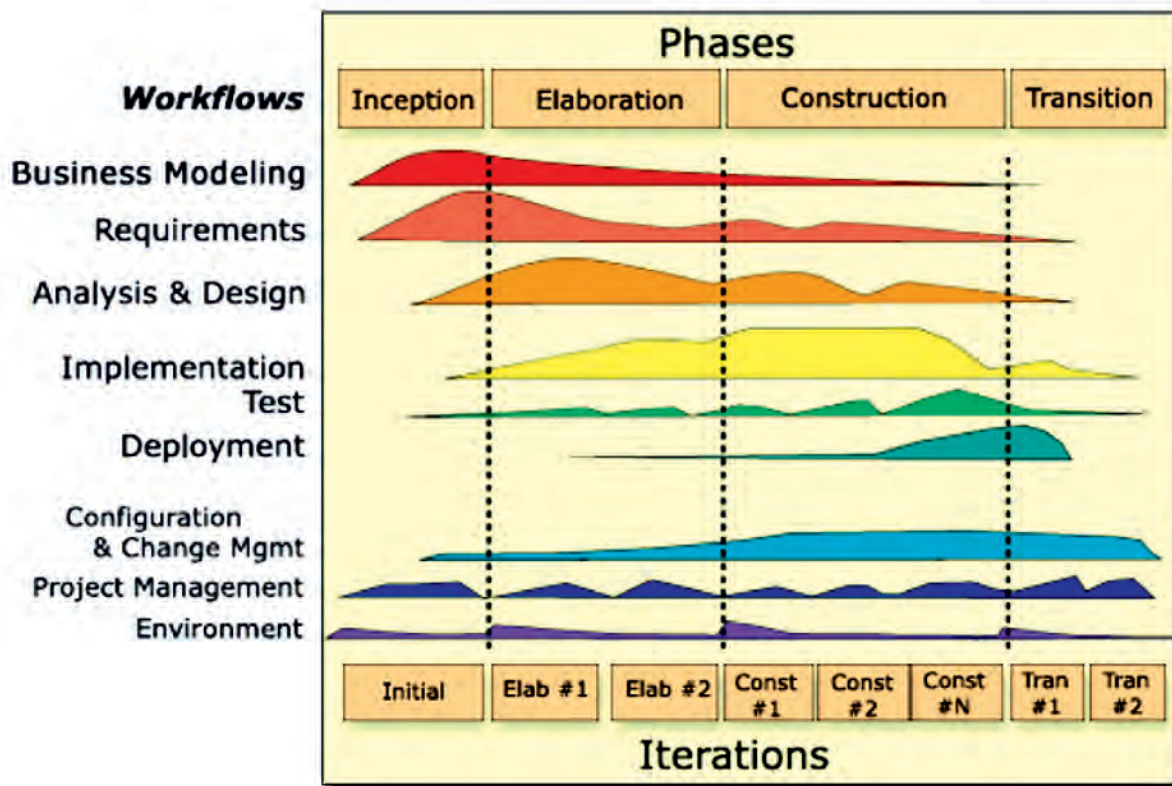


FIGURA 2. Estructura bidimensional de RUP.

Para el diseño e implementación de SGMANTE fue necesario utilizar varias tecnologías y herramientas informáticas entre las que se destacan: el **Lenguaje Unificado de Modelado (UML)** una herramienta que sirve como enlace entre quien tiene la idea y el desarrollador ya que le ayuda a capturar la idea de un sistema para comunicarla posteriormente a quien esté involucrado en su proceso de desarrollo; esto se lleva a cabo mediante un conjunto de símbolos y diagramas (Schmuller, 2000). Para minimizar el tiempo de diagramación visual, es decir de construcción de los artefactos del proyecto se utilizó la **herramienta case Visual Paradigm For UML** ya que es una herramienta profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. Ha sido concebida para soportar el ciclo de

vida completo del proceso de desarrollo del software a través de la representación de todo tipo de diagramas (Paradigm, 2010).

Actualmente existen diferentes lenguajes de programación para desarrollar en la web, los cuales están divididos en dos grupos, el primero contiene los lenguajes que corren en el lado del cliente y el segundo los que corren en el lado del servidor.

Un lenguaje del lado del servidor es aquel lenguaje de programación que es reconocido, ejecutado e interpretado en el servidor, al cual el usuario no tendrá acceso. Además procesa los datos mediante la interpretación de un script en el servidor para generar páginas web dinámicamente como respuesta, y que es independiente del navegador. Algunos de los lenguajes son PHP, Groovy y Java (Álvarez, 2011).

El lenguaje de programación utilizado fue **Java** siendo actualmente uno de los lenguajes más usados para la programación en todo el mundo por ser de alto nivel, multiplataforma, precompilado, seguro, etc (Anon, 2013). Como Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) se utilizó **MyEclipse Professional 2013** el cual está construido sobre la plataforma Eclipse e integra soluciones propietarias y de código abierto al entorno de desarrollo. Como gestor de base de datos se utilizó PostgreSQL, el mismo funciona muy bien con grandes cantidades de datos y una alta concurrencia de usuarios accediendo a la vez al sistema (PostgreSQL, 2012). Algunas de las características

de este gestor de base de datos son las siguientes: incorpora una estructura de datos array; incluye herencia entre tablas (aunque no entre objetos, ya que no existen), por lo que a este gestor de bases de datos se le incluye entre los gestores objeto-relacionales; permite la gestión de diferentes usuarios, como también los permisos asignados a cada uno de ellos (Gastón, 2006).

Como gestor de reportes se utilizó iReport el cual es una herramienta construida en Java y basada en Netbeans que permite generar reportes de forma visual (Anon, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la Modelación del negocio que describe las actividades del proceso de mantenimiento en la UNAH se obtuvo el Diagrama de Casos de Uso del Negocio en el cual se muestran los distintos procesos del negocio que fueron automatizados con la herramienta (Figura 3), cada caso de uso tiene asociado un actor del negocio los cuales están directamente relacionados con el inicio de cada caso de uso. Además de realizaron los diagramas de actividades que describe en detalle el flujo de las acciones realizadas en cada proceso del negocio. De igual forma se obtuvo un diagrama de objetos en el cual se relacionan todos los objetos que el sistema debía de automatizar.

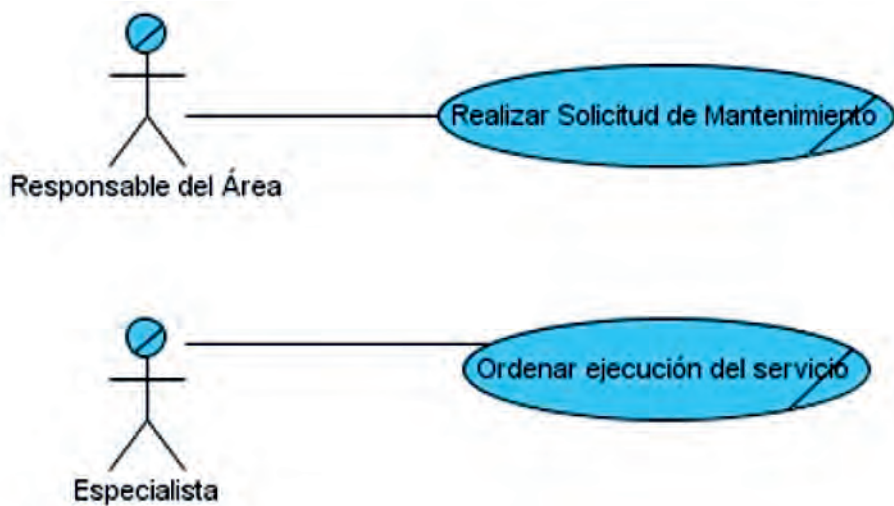


FIGURA 3. Diagrama de Casos de Uso del Negocio.

Después de varias entrevistas con los especialistas en mantenimiento de la UNAH y otros centros del Complejo Científico Docente se identificaron un conjunto de requisitos funcionales en cada uno de los módulos propuestos, como son:

Autenticarse.	Gestionar Defectos de Equipos
Cambiar contraseña.	Insertar Defecto.
Cerrar la sesión.	Modificar Defecto.
Gestionar Usuario:	Eliminar Defecto.
Insertar Usuario.	Buscar Defecto.
Modificar Usuario.	Mostrar Solicitudes de Servicios.
Eliminar Usuario.	Mostrar Solicitudes de Servicios de un área de responsabilidad dada.
Buscar Usuario.	Mostrar Solicitudes de Servicios de un equipo dado.
Gestionar Solicitud de Servicios	
Insertar Solicitud de Servicio.	
Modificar Solicitud de Servicio.	
Eliminar Solicitud de Servicio.	
Buscar Solicitud de Servicio.	

A partir de los requisitos funcionales anteriormente planteados se obtuvo el diagrama de casos de uso del sistema, quedando conformado como se muestra en la Figura 4. El sistema tendrá tres actores asociados los cuales son la especialista de mantenimiento que será la encargada de la gestión de los usuarios, de los técnicos de mantenimiento y de los defectos de los equipos; el responsable de área que será en encargado de enviar las solicitudes de servicio de las áreas que dirige y el usuario que podrá acceder al sistema

solo para ver los reportes (el estado de su solicitud).

Como resultado de la implementación del sistema se obtuvo primeramente el módulo de Administración por ser el mismo el encargado del control de usuarios (Figura 5), luego se obtuvo el módulo Solicitud de servicio que se integró con el sistema una vez que estaba integrado el módulo Patrimonio (Figura 6). Finalmente se obtuvo una aplicación web de gran utilidad para la gestión del mantenimiento en la UNAH.

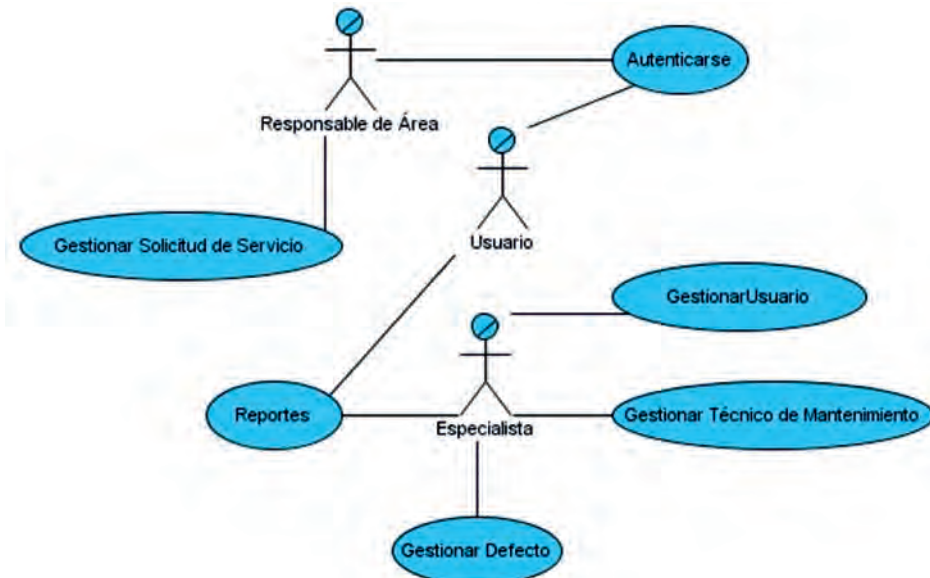


FIGURA 4. Diagrama de Casos de Uso del Sistema.



FIGURA 5. Interfaz del Módulo Administración (Requisito Insertar Usuario).



FIGURA 6. Interfaz del Módulo Solicitud de Servicio (Requisito Insertar Solicitud).

CONCLUSIONES

- A partir del análisis del funcionamiento del proceso de gestión de mantenimiento de equipos en la UNAH se definieron y valoraron cuidadosamente cada una de las actividades que podían ser informatizadas realizando una correcta modelación del negocio de los Módulos Administración y Solicitud de Servicio.
- Se diseñaron los módulos correspondientes tomando como guía la metodología de desarrollo de software RUP.
- Se integraron los módulos obteniendo una aplicación web de gran importancia para elevar la eficiencia de la gestión del mantenimiento en la UNAH.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, M. A.: *Algunos lenguajes: PHP, Groovy y Java [en línea]* 2011, Disponible en: <http://www.desarrolloweb.com/> [Consulta: 15 de marzo de 2014].
- AMÉNDOLA, J.: *Procedimientos complejos e interdependientes [en línea]* 2007. Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com> [Consulta: 15 de marzo de 2014].
- ANON: *serbusamantenimientoindustrial [en línea]* 2012, Disponible en: <http://serbusamantenimientoindustrial.com/herramientaparaahorrenindustria/files/183/herramientaparaahorrenindustria/> [Consulta: 15 de marzo de 2014].
- ANON: *¿Qué es Java? [en línea]* 2013, Disponible en: <http://www.iec.csic.es/cryptonicon/java/quesjava/> [Consulta: 15 de marzo de 2014].
- EMAJT: *eMaint X3 - Solución Sencilla y Completa [en línea]* 1986, Disponible en: <http://www.emajt.com.mx/overview/> [Consulta: 15 de marzo de 2014].
- FERNÁNDEZ, S. M.; SHKILIOVA, L.; SUÁREZ, J. *Talleres y Asistencia Técnica*, Ed. IIMA, ISBN 978- 959-285-014-9, La Habana. Cuba, 2010.
- JACOBSON, I., BOOCH, G. y RUMBAUGH, J.: *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*, Pearson Educación, S.A. ISBN: 84-7829-036-2. Madrid, España, 2000.
- PARADIGM, V.: Visual Paradigm Community. Sitio oficial del Visual Paradigm [en línea] 2010, Disponible en: <http://www.visual-paradigm.com/product/vpum/> [Consulta: 15 de marzo de 2014].
- POSTGRESQL: *PostgreSQL [on line]* 2012 Disponible en: <http://postgresql-dbms.blogspot.com/p/limitaciones-puntos-de-recuperacion.html> [Consulta: 2015/10/14/03:24:52].
- RENOVEFREE: *Renovetec [en línea]* 2014, Disponible en: <http://www.renovetec.com/renovefree> [Consulta: 15 de marzo de 2014].
- RODÍGUEZ, G., M., VÁZQUEZ, P., A. y CASTRO, F., M.: [en línea] 2013, Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/ecosolar/Ecosolar45/HTML/Articulo02N.htm>. [Consulta: 15 de marzo de 2014].
- SANTIAGO, S., M.: *Desarrollando aplicaciones informáticas, Proceso de Desarrollo Unificado (RUP) [en línea]* 2013, Disponible en: <http://www-306.ibm.com/software/awdtools/rup/> [Consulta: 15 de marzo de 2014].
- SCHMULLER, J.: *aprendiendo uml en 24 horas, Casa del Libro, 2015/ /14/02:30:34 de [en línea]* 2000, Disponible en: www.intercambiosvirtuales.org [Consulta: 3 de marzo de 2014].
- SERBUSA: *TPMpuls, aplicación web para ahorrar hasta un 40% en costes en equipos industriales [en línea]* 2012, Disponible en: www.serbusamantenimientoindustrial.com [Consulta: 3 de marzo de 2014].

Recibido: 10 de enero de 2015.

Aprobado: 13 de noviembre de 2015.

Publicado: 30 de diciembre de 2015.

Yanelis Suárez Fragas, Profesora, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Departamento Informática, Autopista Nacional km 22 ½, Carretera de Tapaste a Jamaica, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: ysuarez@unah.edu.cu

Diarelys Medina Peña, Universidad Agraria de La Habana. Correo electrónico: diarelys_medina@unah.edu.cu

Pablo Manuel Hernández Alfonso, Universidad Agraria de La Habana. Correo electrónico: pfernand@unah.edu.cu

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.