

ISSN: 0719-5303



jint.usach.cl

NEO JOURNAL OF INDUSTRIAL TECHNOLOGIES

DICIEMBRE 2016, Vol. 3 N° 2

REDES INALAMBRICAS: UNA APROXIMACIÓN DE LA AVANZADA TECNOLÓGICA



Publicación del GINT Grupo de Investigación en Nuevas Tecnologías
Departamento de Tecnologías Industriales



jint.usach.cl

NEO JOURNAL OF INDUSTRIAL TECHNOLOGIES

DICIEMBRE 2016, Vol. 3 N° 2

Editor General

Dr. Arturo Rodríguez García, GINT, USACH, Chile

Editor Asistente

Dr. Fideromo Saavedra Guzmán, Chile

Editorial

Dr. Arturo Rodríguez García, Chile

Asesor Bibliográfico

Bibliotecólogo Carlos Muñoz Paredes, Chile

Presentadores

Dr. Oscar Bustos Castillo, USACH, Chile

Carátula

César González Galaz, Publicista, Chile

Diciembre 2016, Vol. 3, N° 2

jint.usach.cl

REDES INALAMBRICAS: UNA APROXIMACION DE LA AVANZADA TECNOLOGICA

Editor: Dr. Arturo Rodríguez G.

2	Quienes somos
3	Editorial
4	Presentación
5	Metodología de Análisis de la Seguridad en redes Wi-Fi
17	Plataforma Ferrum Oportunidad para Alcanzar el Éxito de los Proyectos de Aula.
26	Polymer Concrete en la recuperación de pisos industriales atacados por corrosión
33	Elementos para el modelamiento de Tráfico Vehicular en América Latina
40	Aplicación Móvil Para El Autocuidado Del Balance Energético Humano

QUIENES SOMOS

El Departamento de Tecnologías Industriales, ha desarrollado a lo largo del tiempo, varias publicaciones, uno de ellas es MANTENCION & INDUSTRIA orientada a la gestión tecnológica con énfasis en el mantenimiento, cuyo primer número sale en Agosto de 1984 y el último número sale en Diciembre 1992, logrando con mucho esfuerzo publicar 14 ediciones impresas. Durante su desarrollo se publicaron trabajos muy interesantes asociados al ámbito antes mencionado. Dada la importancia de la revista en la historia del Departamento de Tecnologías Industriales (DTI), hoy se intenta dejar registro digital del esfuerzo realizado. Aún perduran en la biblioteca de la Facultad Tecnológica y entre colegas del Departamento de Tecnologías Industriales algunos ejemplares impresos, como evidencia de una historia de esfuerzo y profesionalismo. Esta revista científica y tecnológica, aprende y recoge los esfuerzos de los profesionales que anteceden a este emprendimiento y se proyecta como una evolución actualizada y potenciada desde el ámbito tecnológico digital.



El año 2014, surge un revitalizado esfuerzo, que intenta mostrar el avance científico y tecnológico en, **MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL, CONSTRUCCIÓN Y TELECOMUNICACIONES**. La revista está dirigida por el Dr. Arturo Rodríguez G., académico del Departamento de Tecnologías Industriales e investigador Principal del Grupo de Investigación en Nuevas Tecnologías (GINT), la revista se define como un emprendimiento que aporta al registro y difusión de los avances científicos y de las nuevas tecnologías en los diferentes ámbitos de la actividad industrial, este nuevo emprendimiento es denominado **Journal of Industrial Neo-Technologies (JINT)**.

Visión

La revista será un espacio de libre acceso, donde la información científica estará al alcance de todos aquellos que requieran utilizarla para lograr transformaciones a través del desarrollo tecnológico.

Misión

Establecer un espacio donde la calidad y la excelencia de la información científica y tecnológica se ponga al servicio de todos para alcanzar la democratización del conocimiento.

Journal of Industrial Neo-Technologies
Departamento de Tecnologías Industriales
Facultad Tecnológica - Universidad de Santiago de Chile

EDITORIAL



La tecnología inalámbrica ha tenido grandes avances en los últimos 10 años, desarrollos en el ámbito de la velocidad de transmisión, calidad de servicio y multiplicidad de servicios, ha provisto de una plataforma a otras tecnologías que han logrado su desarrollo basado en la tecnología inalámbrica. Uno de los principales desafíos que tendrá la ciencia es la disminución de la polución tecnológica, el estudio de los verdaderos impactos de los campos electromagnéticos no ionizantes y los ionizantes. La frecuencia de transmisión cada vez más alta, hoy ya está cerca de los 5 Ghz conocida como la Wifi 5G, una nueva tecnología que no tiene saturada su banda, sin embargo la alta frecuencia hace que se atenue rápidamente en ambientes con paredes como las casas, lo que sin duda hará que el mercado desarrolle amplificadores de potencia para aumentar la cobertura, lo que aumentará la exposición de los seres a un elevado contacto con los campos electromagnéticos, este desafío debe ser asumido por el mundo científico. Sin duda requerimos soluciones a los grandes problemas de la humanidad pero que estas soluciones no generen nuevos problemas para aquellos que se desea ayudar.

“Solo con el uso modesto de la tecnología encontraremos respuesta a los problemas de la humanidad”

Dr. Arturo Rodríguez G.
Académico / Investigador/Editor
Grupo de Investigación en Nuevas Tecnologías
GINT Journal of Industrial Neo-Technologies
Universidad de Santiago de Chile USACH-Chile

REDES INALAMBRICAS: UNA APROXIMACIÓN DE LA AVANZADA TECNOLÓGICA

PROLOGO



La tecnología desde sus inicios ha sido un elemento de suma importancia en el desarrollo de los pueblos. Una de las tecnologías que ha estado en constante e intenso cambio en los últimos 20 años es la telecomunicación, pilar del desarrollo actual y sin duda del futuro. Los avances en esta área van asociados a la elevada velocidad de transporte de datos, los mismos que adquieren significado cuando se convierten en información para cada uno de nosotros. Las mayores dificultades que tuvo que vencer esta tecnología es la de romper el yugo del confinamiento de la señal en un medio de transmisión como el cobre o la fibra óptica; esto fue posible cuando surge la primera comunicación inalámbrica dando surgimiento a la comunicación que hoy llamamos celular debido a la cobertura de sus antenas en

forma de hexágonos la cual llamaron celdas. Esta comunicación evoluciona desde la 1G a la actual 4G aumentando la velocidad de transmisión desde los Kbps a los Mbps por medio de una sola antena en cada dispositivo celular. La 5G o generación entrante utilizará múltiples antenas en los mismos dispositivos multiplicando la velocidad de transmisión a niveles suficientes para dar servicio de TV en el dispositivo hoy denominado SmartPhone. Esto generará una explosión de nuevos servicios y utilidades que permitan la aparición de una nueva forma de vincularnos y comunicarnos; los dispositivos de medición, censado y computo ya nos serán más estáticos y entraremos a una nueva era de la movilidad del pensamiento, una era que demandará mucho más de cada uno y deberemos desarrollar una nueva forma de ver el mundo que nos rodea.

El nuevo mundo tecnológico no es el que vivimos actualmente, el nuevo mundo es el que está por venir, y deberemos ser capaces de adaptarnos con mayor rapidez que antes. Esto nos compromete a avanzar con seguridad, responsabilidad hacia un futuro que garantice la felicidad, diversidad y calidad de vida para todos y cada uno de los integrantes de esta sociedad que cambia sin detenerse.

Desde esa perspectiva debemos agradecer el emprendimiento de la Revista Journal of Industrial Neo-Technologies (JINT) del Departamento de Tecnologías Industriales de la Universidad de Santiago de Chile que nos permiten vislumbrar un camino de crecimiento editorial y científico, aportando al desarrollo de nuestra sociedad.

Dr. Claudio Martínez Fernández
Vicerrector de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad de Santiago de Chile

Santiago, 7 de Diciembre 2016

Metodología de Análisis de la Seguridad en redes Wi-Fi

Analysis Methodology of Security Wi-Fi networks

Juan Ceballos ¹ Elías Bedoya ²

¹ Programa de Ingeniería en Sistemas, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Cartagena, Colombia.

² Coordinación de investigación, Programa de Seguridad e Higiene Ocupacional, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco. Grupo CIPTEC, Cartagena, Colombia.
{jceballos,ebedoya}@tecnologicocomfenalco.edu.co

Resumen.

En la actualidad las redes Wi-Fi se han masificado enormemente. Su relativo bajo costo en la instalación y la gran movilidad que ofrecen las coloca como la primera opción al momento de crear una red de área local. El tema de la seguridad en este tipo de redes no se debe descuidar en ningún momento ya que su principal ventaja puede ser su gran debilidad: cualquier persona en el radio de cobertura podría acceder ilegalmente a la red si no se cuentan con parámetros adecuados de seguridad. El presente proyecto propone una metodología para el análisis de la seguridad de las redes Wi-Fi que además de cumplir con los estándares actuales, se adapte a las necesidades de diferentes tipos de usuarios de tal forma que se garantice la confiabilidad e integridad de la información que por ellas circula, de tal manera que después de examinar los protocolos y vulnerabilidades que existan, se ofrece una solución de cómo configurar una red Wi-Fi para diferentes tipos de usuarios: casa, micro, pequeña, mediana y gran empresa. Para desarrollar esta metodología, se establecieron unas actividades previas y unas fases de elaboración que incluyen esas actividades. Como toda metodología de análisis se debe hacer un examen inicial de la infraestructura tecnológica, las necesidades y tamaño de la red para luego pasar a detectar las posibles debilidades y subsanarlas.

Palabras clave: Redes Wi-Fi, seguridad en redes, protocolos, vulnerabilidades.

Abstract.

Currently, Wi-Fi networks have been massively multiplied. The relatively low installation cost and the great mobility they offer place them as the first choice when creating a local area network. The issue of security in this type of network should not be neglected at any time since its main advantage may be its great weakness: anyone within the radius of coverage could illegally access the network if they do not have adequate security parameters. The present project proposes a methodology for the analysis of the security of the Wi-Fi networks that besides complying with the current standards is adapted to the needs of different types of users in a such way that guarantee the reliability and integrity of the information that circulates through them, so that after examining the protocols and vulnerabilities that exist, offers a solution on how to configure a Wi-Fi network for different types of users: home, micro, small, medium and large company.

In order to develop this methodology, previous activities and elaboration phases that included these activities were established. Like all methodology of analysis, an initial examination of the technological infrastructure is needed, the needs and size of the network must be made to later detect the possible weaknesses and correct them.

Keywords: Wi-Fi networks, network security, protocols, vulnerabilities.

1 Introducción

En los últimos años el mundo se ha vuelto ‘móvil’. Las personas necesitan conectividad en cualquier momento y en cualquier lugar, donde antiguos sistemas de interconexión cableados se han ido reemplazando por variadas tecnologías de interconexión inalámbricas: BlueTooth , WiMax , Wi-Fi. El presente trabajo se centra en la tecnología Wi-Fi conocida como el estándar más ampliamente difundido para crear redes de área local inalámbricas [1]. Conforme a lo anterior se puede apreciar que la implantación de este tipo de redes para interconectar equipos inalámbricamente y navegar por Internet es muy apetecida por los usuarios en el hogar y las empresas. El problema es que cada tipo de usuario de los antes mencionados tiene necesidades de interconexión diferentes y si a esto le sumamos que no se cuenta con unas nociones básicas de seguridad se puede llegar a comprometer seriamente la seguridad de la información, elemento vital y diferenciador en el mundo actual. El presente trabajo presenta una metodología para analizar la seguridad en las redes Wi-Fi de tal manera que después de examinar los protocolos y vulnerabilidades que existan se ofrece una solución de cómo configurar una red Wi-Fi para diferentes tipos de usuarios: casa, micro, pequeña, mediana y gran empresa. Además, se mostrará el impacto que genera en la competitividad de la organización tener una red Wi-Fi segura.

El problema de la seguridad es inherente a cualquier tipo de red. En las redes Wi-Fi se hace más palpable ya que en teoría al atacante solo le basta con estar en el radio de acción para emprender la acción delictiva. Si a lo anterior le sumamos que la instalación de una red Wi-Fi puede hacerse muy ‘simple’ ya que para muchos administradores de red la simple conectividad es suficiente, dejando de lado pasos que dejan huecos de seguridad que comprometen la integridad del sistema lo que desemboca en una continua alza de redes Wi-Fi inseguras [2]. Por esto, se debe contar con una metodología clara y un manual de buenas prácticas que dependiendo del tipo de usuario permita configurar una red Wi-Fi que cumpla con altos estándares de seguridad garantizando la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información que por ellas circula. Por lo anterior, se prevé desarrollar una metodología para el análisis de la seguridad de las redes Wi-Fi que además de cumplir con los estándares actuales se adapte a las necesidades de diferentes tipos de usuarios de tal forma que se garantice la confiabilidad e integridad de la información que por ellas circula.

Al desarrollar dicha metodología para analizar la seguridad en las redes Wi-Fi partiendo de su definición para luego detallar las vulnerabilidades que existen y la forma de evitarlas estudiando los diferentes protocolos que permiten conectarse a una red Wi-Fi, para de esta forma ofrecer una solución que se adapte a las necesidades de los usuarios de casa, de las micro, pequeñas, medianas y grandes empresas.

Para desarrollar una metodología de análisis de la seguridad en redes Wi-Fi se debe establecer unas actividades previas y unas fases de elaboración que incluyan esas actividades. Como toda

metodología de análisis se debe hacer un examen inicial de la infraestructura tecnológica, las necesidades y tamaño de la red para luego pasar a detectar las posibles debilidades y subsanarlas.

Las actividades necesarias para este proceso son:

- Revisión de los equipos de cómputo y la infraestructura Wi-Fi
- Adquisición de los equipos correspondientes
- Creación de una política de contraseñas a utilizar
- Configuración de los dispositivos de acceso y los métodos de autenticación y encriptación elegidos
- Configuración de los dispositivos que usarán la red Wi-Fi
- Prueba de conectividad
- Revisión de la política instaurada

El cada vez mayor auge que experimentan las redes Wi-Fi y las mejores tecnologías usadas hacen que este tipo de redes sean muy atractivas para diferentes tipos de usuarios. Además, la facilidad en su instalación reduce los costos asociados a tener una red de computadoras. El problema surge cuando no se tiene la suficiente información en materia de seguridad y se configuran redes totalmente expuestas que comprometen seriamente la integridad de los datos que por ellas circulan.

Por esto, el presente proyecto ofrece una metodología clara y precisa sobre como configurar una red Wi-Fi segura que además sea escalable y adaptable a la mayoría de usuarios que las usan. Es evidente que las necesidades en materia de conectividad varían mucho de un tipo de usuario a otro, pero lo que debe ser común a todos es una correcta política de seguridad que garantice que los recursos ofrecidos por la red solo sean utilizados por los usuarios correctos, teniendo en cuenta los costos asociados a la implantación de dicha política y haciendo uso de tecnologías estandarizadas, garantizando de este manera la confiabilidad e integridad de la información que por dichas redes circula.

2 Diseño de la metodología

La metodología que se propone se debe adaptar a cualquier tipo de empresa y usuario de casa que quiera construir una red Wi-Fi segura. Para ello cada una de las actividades descritas en el apartado anterior se deben tener claras para luego proceder a ejecutar la metodología en sí.

A modo de aclarar todo el concepto y establecer correctamente la ruta a seguir, a continuación, se describirán cada una de esas actividades y el alcance que tienen dentro del proyecto.

Actividad 1: Revisión de los equipos de cómputo y la infraestructura Wi-Fi

- *Descripción detallada:* Se revisarán cada uno de los equipos de cómputo que van a hacer uso de la red Wi-Fi para ver si cuentan con la configuración adecuada del sistema operativo y constatar que la tarjeta inalámbrica soporte el protocolo de autenticación requerido. También se inspeccionará la configuración de los dispositivos que brindan acceso con el fin de asegurarse que soporte el protocolo de autenticación que se utilizará.

- Alcance: El alcance de esta actividad es asegurarse que se cuenta con los requisitos mínimos en materia de hardware para poder implementar la solución propuesta.

-

Actividad 2: Adquisición de los equipos correspondientes

- Descripción detallada: En la primera actividad se hizo una revisión general del estado de los equipos de hardware y software que dan soporte a la red Wi-Fi. Si se nota alguna falencia en este paso se procede a la adquisición de los equipos necesarios para implementar la solución.
- Alcance: Si después de la revisión anterior se hace evidente la adquisición de nuevos equipos, esta actividad se asegura de que sean los adecuados.

Actividad 3: Creación de una política de contraseñas a utilizar

- Descripción detallada: La autenticación a una red Wi-Fi segura debe hacerse mediante contraseñas. Los dispositivos que brindan conectividad también deben tener contraseñas que impidan el acceso a personal no autorizado. En apartados anteriores se hizo referencia a un documento que propone una metodología para crear contraseñas seguras.
- Alcance: Crear unas contraseñas robustas de acuerdo a los estándares actuales sobre el uso y manipulación de contraseñas.

Actividad 4: Configuración de los dispositivos de acceso y los métodos de autenticación y encriptación elegidos

- Descripción detallada: De acuerdo a lo visto en capítulos anteriores, de los muchos protocolos que existen actualmente para la conexión segura a redes Wi-Fi, no todos son lo suficientemente eficientes. Esta actividad consiste en configurar los dispositivos de acceso con los protocolos más robustos que existen actualmente. También se configurará el método de autenticación de usuarios más adecuado.
- Alcance: Configurar adecuadamente el protocolo de encriptación y de autenticación para la transmisión de los datos y la autenticación de usuarios en la red Wi-Fi.

Actividad 5: Configuración de los dispositivos que usarán la red Wi-Fi

- Descripción detallada: Los computadores y/o dispositivos inalámbricos que usarán la red, deben contar con los mismos protocolos que se configuraron en el apartado anterior. En esta actividad se configurarán cada uno de esos equipos para que usen dichos protocolos y se conecten de manera segura a la red.
- Alcance: Garantizar la compatibilidad entre todos los dispositivos que harán uso de la red Wi-Fi.

Actividad 6: Prueba de conectividad

- Descripción detallada: Se hacen diferentes pruebas para ver si la red cumple su función. Las pruebas consisten en revisar si los diferentes equipos están interconectados y pueden acceder a la información que requieran, así como a Internet sin problemas.
- Alcance: Garantizar la conectividad a través de la red Wi-Fi configurada.

Actividad 7: Revisión de la política instaurada

- Descripción detallada: Se examina paso a paso cada actividad del proyecto.
- Alcance: Revisar si no se ha pasado nada por alto y que todo esté conforme al plan trazado.

2.1 Desarrollo de la metodología

Después de analizar cada una de las actividades y tomando como referencia las buenas prácticas estipuladas para la gestión de proyectos [3], construir una red Wi-Fi segura consta de las siguientes etapas:

- Inicio
- Planeación
- Ejecución
- Seguimiento y control
- Cierre

A continuación, se describirán cada una de estas etapas.

Fase 1: Inicio

Esta es la fase inicial del proyecto. Luego de detectar la necesidad de tener una red Wi-Fi segura, se procede a planificar todo el trabajo necesario para llegar a esa meta. Se debe tener claro el objetivo del proyecto y que la consecución del mismo requiere de un esfuerzo en tiempo y dinero. Cada usuario tiene unas necesidades diferentes pero la metodología que aquí se propone es fácilmente adaptable.

Fase 2: Planeación

Incluye las siguientes actividades, cada una con sus respectivas acciones:

- Revisión de los equipos de cómputo y la infraestructura Wi-Fi de la empresa

Acciones:

1. Verificar el alcance y las necesidades de la red Wi-Fi a configurar.
2. Especificar los tipos de usuarios y los tipos de accesos que tendrán. Si se necesita conexión a Internet es necesario contratar el servicio con algún ISP del mercado.
3. Verificar que los computadores que van a tener acceso a la red Wi-Fi cuenten con un adaptador de red inalámbrico. Este adaptador debe ser compatible con el protocolo de seguridad WPA2[4].
4. Verificar que los Sistemas Operativos de los computadores estén actualizados y que tengan protección antivirus.
5. Verificar que se cuenta con dispositivos de acceso modernos que sean compatibles con el protocolo de seguridad WPA2.

Fase 3: Ejecución

En esta fase se procede a configurar la red de conformidad con las siguientes actividades:

- Adquisición de los equipos correspondientes

Acciones:

1. Si la fase de planeación detectó que hacen falta equipos se procede a su adquisición. También si es necesario actualizar alguno se hace.

- Creación de una política de contraseñas a utilizar

Acciones:

1. Para garantizar la seguridad de la red Wi-Fi se necesita una política actual sobre el manejo de las contraseñas.
2. Es recomendable usar contraseñas complejas de más de ocho caracteres que tengan combinación de letras y números.
3. Estas contraseñas no deben quedar en un lugar desprotegido y su accesibilidad debe ser lo más restringida posible.

- Configuración de los dispositivos de acceso y los métodos de autenticación y encriptación elegidos

Acciones:

1. Cambiar las contraseñas por defecto de los dispositivos de interconexión. Deshabilitar administración inalámbrica y la administración remota de dichos dispositivos. Entre menos posibilidades de acceso haya, es mucho mejor la administración.
2. El estándar IEEE 802.11[5] define las normas de funcionamiento de las redes Wi-Fi. Con esto se busca garantizar la conectividad e interoperabilidad de los diferentes dispositivos fabricados. A medida que la tecnología avanza se crean o mejoran protocolos existentes dando como consecuencia mayor seguridad y mayor velocidad, entre otras. Cuando un nuevo estándar es creado casi siempre se agrega una letra al nombre, por ejemplo 802.11g o 802.11n. La red debe operar con dispositivos actualizados.
3. Cambiar el SSID por defecto.
4. Habilitar filtro de direcciones MAC y configurarlo para que solo acepte las direcciones de los computadores que se quieren conectar.
5. Establecer un método de encriptación de los datos y otro para la autenticación de los usuarios [6]. Este tópico es el pilar fundamental del proyecto. Existen muchos métodos de encriptación de datos, unos más seguros que otros, pero si se quiere contar con una red Wi-Fi que cumpla los estándares de seguridad existentes se debe escoger como método de encriptación de datos WPA2 con el algoritmo de cifrado AES. Utilizando este método se cuenta con una red Wi-Fi que cumple los requerimientos de seguridad del gobierno de los Estados Unidos de América. La autenticación de los usuarios depende del tipo de red que se quiere y de la capacidad de la empresa que la crea.
6. Guardar todas las configuraciones y hacer una copia de seguridad de los archivos de configuración.

- Configuración de los dispositivos que usarán la red Wi-Fi

Acciones:

1. Se instalan y configuran los dispositivos que usarán la red inalámbrica.
2. La configuración debe ser acorde a los parámetros definidos en fases anteriores.

Fase 4: Seguimiento y control

Hay que verificar que la política quede bien instaurada. En esta fase se revisa que la red Wi-Fi cumpla con los estándares propuestos. Eso se hace por medio de las siguientes actividades:

- Prueba de conectividad
Acciones:
 1. Realizar pruebas locales de conectividad.
 2. Revisar que haya acceso a Internet (si se requiere) en cada dispositivo configurado.
- Revisión de la política instaurada
Acciones:
 1. Empezar desde la primera actividad y repasar paso a paso la configuración aplicada.

Fase 5: Cierre

El proyecto se da por terminado cuando se logra configurar la red Wi-Fi de conformidad con los parámetros descritos en las fases anteriores.

2.1 Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación que se hará es la aplicada puesto que se tienen los conocimientos adecuados en materia de seguridad en las redes Wi-Fi y lo que se quiere es enfocarlo a diferentes tipos de usuarios con el fin de ofrecer una solución práctica y eficiente que se adapte a las necesidades particulares de cada uno.

El nivel de la investigación es explicativo ya que se quiere mostrar una relación de causa al describir el problema, mirar los factores que lo originan y ofrecer posibles soluciones.

2.2 Método y diseño de la investigación

Se utilizarán los siguientes métodos en la investigación realizada:

- Descriptivo
- Explicativo
- Deductivo
- Inductivo
- Análisis
- Síntesis

En cuanto al diseño de la investigación será experimental puesto que se está planteando una metodología de análisis de seguridad en redes Wi-Fi nueva apoyada en un análisis previo de los factores que hacen vulnerable una red Wi-Fi y con base en las necesidades de los usuarios plantear posibles soluciones.

2.3 Análisis de resultados según el tipo de usuario

En esta sección se ofrecerán soluciones concretas para cada tipo de usuario definido en el alcance del presente proyecto. La intención es que después de revisar la metodología propuesta y aplicar las buenas prácticas definidas, se pueda plantear una solución de cómo configurar una red Wi-Fi segura según las características del entorno.

Para configurar una red Wi-Fi por cada tipo de usuario se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- ❖ Estabilidad
- ❖ Inversión
- ❖ Robustez
- ❖ Escalabilidad

Además, en los parámetros a utilizar para garantizar la integridad y confidencialidad de los datos están:

- ❖ Método de autenticación utilizado
- ❖ Método de encriptación utilizado

Entonces, para cada tipo de usuario se dará una ponderación (alta o baja) de cada uno de los factores y con base en eso se usará un método de autenticación y encriptación teniendo siempre presente la metodología planteada y el gran norte de todo: tener una red Wi-Fi que cumpla con los estándares actuales de seguridad que se adapte a las necesidades de los usuarios.

2.4 Hogar

- ❖ Estabilidad: Alta
- ❖ Robustez: Baja
- ❖ Inversión: Baja
- ❖ Escalabilidad: Baja

- **Autenticación:** En aras de minimizar costos el método de autenticación de usuarios para este tipo de redes Wi-Fi debe ser PSK (Pre Shared Key) por su relativo bajo costo puesto que cualquier punto acceso del mercado lo ofrece dentro de sus parámetros de configuración. Es preciso señalar la robustez de la contraseña a utilizar de acuerdo a los lineamientos expuestos en capítulos anteriores.
- **Encriptación:** El estándar actual más robusto y eficiente que existe para proteger los datos que circulan por una red Wi-Fi es utilizar el protocolo WPA2 con el algoritmo de cifrado AES. Hay que tener presente que este método de encriptación es relativamente nuevo y algunos

dispositivos antiguos no lo tienen implementado por lo que se deben aplicar las actualizaciones necesarias. En caso de que no sea posible una alternativa sería usar WPA TKIP, pero se hace la salvedad que este mecanismo hereda algunas fallas de WEP y su uso queda limitado a redes Wi-Fi de hogar sencillas que no transmitan información altamente sensible [7].

2.5 Pequeña empresa

- **Estabilidad:** Alta
 - **Robustez:** Baja
 - **Inversión:** Baja
 - **Escalabilidad:** Baja
- **Autenticación:** En aras de minimizar costos el método de autenticación de usuarios para este tipo de redes Wi-Fi debe ser PSK (Pre Shared Key) por su relativo bajo costo puesto que cualquier punto de acceso del mercado lo ofrece dentro de sus parámetros de configuración. Es preciso señalar la robustez de la contraseña a utilizar de acuerdo a los lineamientos expuestos en capítulos anteriores.
 - **Encriptación:** El estándar actual más robusto y eficiente que existe para proteger los datos que circulan por una red Wi-Fi es utilizar el protocolo WPA2 con el algoritmo de cifrado AES. Hay que tener presente que este método de encriptación es relativamente nuevo y algunos dispositivos antiguos no lo tienen implementado por lo que se deben aplicar las actualizaciones necesarias y realizar las inversiones pertinentes.

2.6 Mediana empresa

- **Estabilidad:** Alta
 - **Robustez:** Alta
 - **Inversión:** Baja
 - **Escalabilidad:** Alta
- **Autenticación:** Una mediana empresa está en constante crecimiento. Las inversiones hechas en etapas tempranas repercuten en ganancias o pérdidas más adelante. Por esto, no se debe dejar de lado la seguridad Wi-Fi, eso sí, sin incurrir en costos excesivos. Para autenticar a los usuarios los administradores de las redes Wi-Fi de las medianas empresas deben usar cualquier método descrito en el estándar 802.1x / EAP [8] que se adapte a las necesidades particulares de la organización.
 - **Encriptación:** El estándar actual más robusto y eficiente que existe para proteger los datos que circulan por una red Wi-Fi es utilizar el protocolo WPA2 con el algoritmo de cifrado AES. Hay que tener presente que este método de encriptación es relativamente nuevo y algunos dispositivos antiguos no lo tienen implementado por lo que se deben aplicar las actualizaciones necesarias y realizar las inversiones pertinentes.

2.7 Gran empresa

- **Estabilidad:** Alta
- **Robustez:** Alta

- **Inversión:** Alta
- **Escalabilidad:** Alta
- **Autenticación:** Este tipo de empresas tiene los medios suficientes para hacer inversiones en materia de seguridad. El mecanismo de autenticación que se debe usar es un servidor RADIUS [8] que sirva de autenticador y pueda negociar contraseñas diferentes por cada tipo de usuario para de esta manera lograr un alto grado de fiabilidad y garantizar que los usuarios conectados son los que en verdad deben hacerlo. Obviamente implementar este mecanismo incurre en unos costos que a la larga terminan siendo una inversión con un rápido retorno ya que una gran empresa puede ser objeto constante de ataques de diferente índole.
- **Encriptación:** El estándar actual más robusto y eficiente que existe para proteger los datos que circulan por una red Wi-Fi es utilizar el protocolo WPA2 con el algoritmo de cifrado AES. Hay que tener presente que este método de encriptación es relativamente nuevo y algunos dispositivos antiguos no lo tienen implementado por lo que se deben aplicar las actualizaciones necesarias y realizar las inversiones pertinentes. Otro método dejaría la red insegura y una empresa siempre debe velar por proteger su principal activo: la información.

2.8 Cobertura

La cobertura de la investigación se especifica a continuación:

- **Universo:** Usuarios de redes Wi-Fi que se preocupan por la seguridad e integridad de la información.
- **Muestra:** La metodología propuesta se basa en la experiencia del investigador y es aplicada en los siguientes escenarios:
 - Wi-Fi en la casa: Como usuario de una red Wi-Fi en la residencia se tiene conocimiento de la forma como operan.
 - Wi-Fi en la micro y pequeña empresa: Como ingeniero desarrollador y encargado de la red interna de una pequeña empresa se conocen las configuraciones mínimas de seguridad con una buena relación costo – beneficio
 - Wi-Fi en la gran empresa: Como docente en dos grandes universidades de la región se ha indagado e investigado en las necesidades en materia de conectividad de este tipo de empresas.

De acuerdo a lo anterior, la experiencia en el área es extensa y además se cuenta con una muestra amplia que garantiza una correcta comprobación de la metodología planteada y su aplicabilidad práctica.

3 Conclusiones

Cuando se implementa o se adopta una tecnología es requisito indispensable conocer todas sus capacidades, limitaciones y los riesgos asociados. El conocimiento de los aspectos de seguridad asociados a las redes Wi-Fi garantiza la integridad, autenticidad y confidencialidad de la información que por ellas circula, lo que impacta enormemente en la competitividad de las empresas. Y es que el alto grado de madurez del que goza la tecnología Wi-Fi la hace candidata número uno para ofrecer conectividad a bajo costo y buen rendimiento.

Es por esto que la falsa concepción de inseguridad que rodeaban a las redes Wi-Fi ha quedado en el pasado. Actualmente las redes Wi-Fi pueden ser tan seguras como sus homologas cableadas siempre y cuando se apliquen las políticas de seguridad correctas, las cuales están estipuladas en el estándar IEEE 802.11i. Es más, en algunos se puede considerar a las redes Wi-Fi más seguras que las cableadas. Ejemplo de esto son empresas que proporcionan todos los mecanismos de seguridad a sus redes Wi-Fi, pero con solo conectar un cable al punto de enlace más cercano se puede acceder a todos los recursos de la red sin problemas.

Una de las grandes cosas a tener en cuenta para garantizar la seguridad en una red Wi-Fi es la elección de los algoritmos de encriptación y autenticación adecuados. Desafortunadamente muchos administradores de red pasan esto por alto utilizando el protocolo WEP que no ofrece ningún esquema de seguridad actualmente. El protocolo más seguro que se puede usar es el descrito en el estándar IEEE 802.11i o mejor conocido como WPA2. No existe a la fecha incidentes que hayan comprometido la seguridad de una red Wi-Fi que use dicho protocolo.

En lo referente al sector empresarial no se deben escatimar esfuerzos para mantener la infraestructura de conectividad segura. Como se demostró en capítulos anteriores las consecuencias por descuidar este aspecto pueden ser desastrosas. Es deber de toda empresa contar con alguien capacitado en esta área y tratar en lo posible de ofrecerle los medios adecuados para realizar su labor. Como punto final es necesario enfatizar en que no existe sistema 100% ya que la propia naturaleza del ser humano lo lleva a cometer errores (intencionada o no intencionadamente) que ponen en riesgo la seguridad. Lo que sí se puede hacer es minimizar dichos errores y en caso de que ocurran tomar las acciones respectivas.

Recomendaciones

Configurar una red Wi-Fi segura no es una tarea muy compleja, lo que se debe considerar siempre es el tipo de usuario y las necesidades particulares de conectividad para utilizar una u otra herramienta. Las siguientes recomendaciones son aplicables a cualquier entorno y suponen unas sugerencias prácticas para tratar de proteger al máximo la información que circula por una red Wi-Fi.

1. Antes de comenzar a configurar la red revisar si los dispositivos involucrados están actualizados y soportan los protocolos de seguridad exigidos.
2. Cambiar las configuraciones y contraseñas por defecto de los dispositivos de acceso ya que son de dominio público [9].
3. Utilizando siempre protocolos de encriptación y autenticación. Para encriptar los datos el estándar más robusto y eficiente que existe actualmente es el protocolo WPA2 con el algoritmo de cifrado AES. La autenticación depende del tipo de usuario: PSK para usuarios de casa y pequeñas empresas y cualquier método descrito en el estándar 802.1x / EAP para medianas y grandes empresas [10].
4. No confiar siempre en los dispositivos que se conectan a la red ya que la propia naturaleza de estas incentiva la ‘promiscuidad’ de los mismos, lo que puede comprometer las políticas de seguridad instauradas.

5. Por último, utilizar siempre el sentido común y entender que la naturaleza humana involucrada en lo que se hace conlleva a errores que deben subsanarse lo más pronto posible.

BIBLIOGRAFÍA

1. Li, H., Xu, Z., Zhu, H., Ma, D., Li, S., Xing, K.: Demographics inference through Wi-Fi network traffic analysis. Proceedings - IEEE INFOCOM. Volume 2016-July, 27 July 2016, 35th Annual IEEE International Conference on Computer Communications Article number 7524528.
2. Fong, K.K.-K., Wong, S.K.S.: Wi-Fi adoption and security in Hong Kong. Asian Social Science Volume 12, Issue 6, June 2016, pp 1-22
3. Morabito, V.: Big data and analytics: Strategic and organizational impacts., Department of Management and Technology, Bocconi University, Milan, Italy . 2015, Pages 1-183
4. Yang, C., Gu, G.: Security in wireless local area networks. Wireless Network Security: Theories and Applications. 1 June 2013, Pages 39-58
5. Cruz Felipe, MR., Martínez, Reinier., Crespo, Y.: Análisis de la QoS en redes inalámbricas. Rev cuba cienc informat. 7(1) (2013) 86-96
6. Stallings, W.: Cryptography and Network Security: Advance Encrypcion Standar. Prentice Hall. 5(2011) 148-174
7. Stallings, W.: Network Security Essentials: Wireless Network Security. Prentice Hall. 4(2011)197-204
8. Arana, JR., Villa, LA., Polanco, O.: Implementación del control de acceso a la red mediante los
9. protocolos de autenticación, autorización y auditoría. Ingeniería Eléctrica y Electrónica. 15(1) (2013) 127-137
10. Voutsas, M.: Preservación documental digital y seguridad informática. Investig. bibl (24)50 (2010)127-155.
11. Cabarcas, A., Puello, P., Martelo, RJ., Sistema de Información Soportado en Recuperación XML para Pequeñas y Medianas Empresas (PYME) de Cartagena de Indias, Colombia. Inf. tecnol. (26)2 (2015) 135-144

Plataforma Ferrum Oportunidad para Alcanzar el Éxito de los Proyectos de Aula.

Ferrum Platform an Opportunity for Success of Projects classroom.

Ibeth Marrugo¹ Carmelo Guzmán¹ Julio Orozco¹ Elías Bedoya²

¹ Programa Tecnología en Producción Industrial, Ingeniería Industrial, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.

² Coordinación de investigación, Programa de Seguridad e Higiene Ocupacional, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco. Cartagena, Grupo CIPTEC, Colombia.

{imarrugo, cguzmans, jorozcom}@tecnocomfenalco.edu.co;
ebedoya@tecnologicocomfenalco.edu.co

Resumen. En la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, el uso de los cursos virtuales, específicamente los de “Proyecto de Aula” creados en la plataforma Moodle, denominada institucionalmente Ferrum, es uno de los elementos más determinantes para lograr el éxito de la estrategia pedagógica “Proyecto de Aula”, estrategia que promueve la investigación, la Innovación y el emprendimiento. A partir de un análisis realizado en el programa de Tecnología en Producción Industrial, de los resultados obtenidos en el desarrollo de esta estrategia, en unión con las herramientas tecnológicas ofrecidas por la plataforma Ferrum, como son: novedades y anuncios, foros, tareas, salas de encuentro virtual, chat, entre otras, se evidencia que los estudiantes se apropian tanto de las competencias específicas y genéricas de su programa, como de las competencias transversales de Innovación y Emprendimiento, logrando adaptarse a los cambios permanentes de los contextos retadores.

Palabras clave: plataforma, virtualidad, electrónico, proyecto educativo, investigación.

Abstract. At the University Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, the use of virtual courses, specifically those of "The Classroom Project", created in the Moodle platform and institutionally Called FERRUM; it is one of the most critical elements to approach to the success of the pedagogical strategy, “Proyecto de Aula”. This strategy promotes research, by Ferrum platform, such as: news and announcements, forums, tasks, meeting virtual meeting, chat, Innovation and Entrepreneurship. Based on an analysis made by the program of Industrial Production Technology, the results obtained in the development of this strategy, together with the technological tools offered among others, are evidence that students are appropriating both specific and general skills of their program, and the transversal skills of innovation and entrepreneurship, managing to adapt to permanent changes of challenging contexts.

Keywords: Platform, virtuality, electronic, educational project, Research.

1 Introducción

Los cambios actitudinales de la sociedad en general, van de la mano con el desarrollo de las tecnologías de información, sólo tenemos que mirar a nuestro alrededor, (incluidos nuestros estudiantes) para darnos cuenta del interés del mundo por la virtualidad, a través de la cual se comunican emociones y pensamientos en general. De esto, no es ajeno la cultura de educación de nuestra institución, en donde no solamente es el discurso presencial de los docentes el medio para liderar el conocimiento, sino que también, a través de la virtualidad se flexibilizan los procesos de enseñanza- aprendizaje. Con base en lo anterior, se creó el Software de Administración de Proyectos de Aula, Swap, el cual permite al estudiante gestionar su proyecto de aula durante todo el semestre y realizar procesos como: inscribir una propuesta, cargar un avance del proyecto, revisar las notas de su proyecto, entre otras y, a los docentes les permite realizar un seguimiento de cada proyecto de aula que tiene a su cargo [1], luego, como efecto del aumento de la población estudiantil [2], este Software se hizo insuficiente, presentando dificultades tanto a los estudiantes como a los docentes, en el cumplimiento de las diferentes etapas de elaboración del proyecto de aula.

Tabla 1. Resumen estudiantes de pregrado. Datos de absorción

Programas de Pregrado	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2
Inscritos	4.108	2.476	3.935	2,614
Matriculados 1° semestre	2.623	1.420	2.418	1.254
Matriculados 2° ciclo	554	367	632	470
Matriculados nuevos	3.177	1.787	3.050	1.724
Tasa de absorción	77%	72%	78%	66%
Matriculados Total	11.567	10.728	11.529	10.810
Graduados	794	858	870	1.061

Es de aclarar, que en la institución se ha venido utilizando concomitante a SWAP, la plataforma Moodle, en lo relacionado a los cursos virtuales de cada una de las asignaturas que se imparten en esta, ya que el Software de Administración de Proyectos de Aula (Swap) es exclusivo para el Proyecto de Aula. Como consecuencia del colapso de Swap, se hizo necesario utilizar la plataforma Moodle, para atender las necesidades del Proyecto de aula, diseñándose entonces, los cursos virtuales de Proyecto de Aula en esta plataforma. En el mes de agosto de 2015, se actualiza la interfaz de Moodle, y se le bautiza institucionalmente con el nombre de Plataforma Ferrum. De esta forma, en esta Plataforma Ferrum [3], se diseñan los cursos virtuales de Proyecto de aula del Tecnológico Comfenalco, correspondientes a cada semestre académico de los diferentes programas, flexibilizando y facilitando de este modo los procesos necesarios para la elaboración de los mismos.

En la Fundación universitaria Tecnológico Comfenalco, el Proyecto de aula, es la estrategia pedagógica [4] bandera que articula las funciones sustantivas de la educación: Docencia, Investigación y extensión, permeando los proyectos Institucionales de Innovación y Emprendimiento. Podríamos decir que, en esta Institución, existe una cultura investigativa, y que es el Proyecto de aula quien la hace

posible. En este sentido, esta estrategia pedagógica promueve la educabilidad significativa y el desarrollo de competencias, en el proceso de formación autónoma, con libertad y emancipación, luego, exige enseñar por competencias, para evaluar por competencias. Siendo así, el propósito principal de este proyecto de aula es potenciar el conocimiento, generando un cambio actitudinal y de comportamiento en las formas de concebir y realizar el conocimiento, de una forma investigativa, innovadora y emprendedora, como está declarado en la misión institucional [5]. Lo anterior, genera un cambio sustancial en la vida de los estudiantes que ingresan a la Institución, los cuales en su gran mayoría tienen escasas oportunidades para acceder a los círculos sociales y económicos del contexto. Visto de este modo la Plataforma Ferrum del Tecnológico Comfenalco, que no es más que una plataforma virtual de aprendizaje o e-learning, se convierte en una oportunidad para lograr el éxito en el desarrollo de los proyectos de aula de esta institución. Jakob Nielsen [6], uno de los autores más citados en cuanto a la usabilidad de los Sitios Web, recalca que los elementos más importantes de la portada de todo Sitio Web se pueden resumir en cuatro proposiciones generales:

1. Dejar claro el propósito del sitio: a quién pertenece y qué permite hacer, referidas a uso de URLs y logotipos oficiales.
2. Ayudar a los usuarios a encontrar lo que necesitan: contar con un sistema de navegación visible y completa, y un sistema de búsqueda efectivo.
3. Demostrar el contenido del sitio, de manera clara, con títulos comprensibles por parte del usuario y con enlaces hacia las secciones más usadas que estén disponibles donde el usuario los busque, lo cual permitirá tener un seguimiento de las visitas para comprender qué es lo más visto y lo más buscado del Sitio Web.
4. Usar diseño visual para mejorar y no para definir la interacción del Sitio Web, los elementos gráficos del Sitio Web deben ayudar en los objetivos del sitio y no sólo como adornos utilizados para rellenar espacio, utilizar las imágenes acordes al uso de la plataforma. De lo anterior se deduce que el objetivo principal de una interfaz es facilitar a los usuarios el acceso a los contenidos para que alcancen sus objetivos.

La plataforma Ferrum de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, al actualizar su interfaz, presenta a sus usuarios, manuales [7] de acceso y presentación de actividades, como son; Los Manuales para docentes que brindan la información necesaria para que el docente: Edite sus cursos, publique cuestionarios, foros, glosarios, libros, importe copias de seguridad, realice métodos de matriculación, mueva, muestre u oculte actividades, programe calificaciones tareas, publique archivos o publique un recurso. Para estudiantes brindan la información necesaria para que el este actualice su perfil de usuario, envíe mensajes, participe en las herramientas foro y glosario y, suba archivos. A continuación, se describen las ideas claves de cómo se concibe el proyecto de aula en la fundación universitaria Tecnológico Comfenalco y las herramientas o ayudas que ofrece la Plataforma virtual Ferrum como apoyo al desarrollo del proceso de elaboración y seguimiento de este.

1.1 Cómo Concibe El Proyecto De Aula La Institución

En la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, el Proyecto de aula, es concebido como la estrategia pedagógica que entrelaza la docencia, la Investigación y la extensión [5]. Siendo necesario aclarar que el proyecto de aula es un medio para lograrlo y no un fin. En esta Institución la formación investigativa y el desarrollo del

pensamiento crítico y autónomo, están basados en el sistema de investigación, que establece los medios y formas para el desarrollo de la investigación formativa, a través del cual se van elevando los niveles de rigor y validez de los resultados. Podría decirse que existe una cultura investigativa, y que es el Proyecto de aula quien la hace posible, ya que siempre es desarrollado, con miras a la solución de problemas prioritarios de nuestra comunidad o contexto.

Recordemos los cuatro pilares del conocimiento de Delors Jacques [8], aprender a conocer, es decir, adquirir los instrumentos de la comprensión; aprender a hacer, para poder influir sobre el propio entorno; aprender a vivir juntos, para participar y cooperar con los demás en todas las actividades humanas y aprender a ser, un proceso fundamental que recoge elementos de los tres anteriores, los cuales hacen énfasis en que la educación debe ser para el ser humano, pero sin olvidar su carácter ternario: individuo-sociedad- especie. Individuo que hace parte de una sociedad y a la vez de una especie, una realidad que todos llevamos. Por lo tanto, la investigación debe hacerla el individuo sin olvidar que hace parte de una sociedad con su cultura, con su historia, pero también con un cúmulo de problemas y necesidades insatisfechas, en espera de soluciones, donde la universidad debe hacer presencia, integrando educación y misión, con el objetivo principal, de enseñar y aprender lo que significa ser humano, que es, ser con los otros, estar con los otros en el mundo y asumir la formación como un proceso social [9]. Basado en lo anterior, el Proyecto de aula de la Institución, es una estrategia pedagógica constructora para la educabilidad significativa y el desarrollo de competencias, en el proceso de formación autónoma, con libertad y emancipación, el cual exige enseñar por competencias, para evaluar por competencias. ¿Pero, qué competencias se deben enseñar, para que luego el estudiante pueda abordarlas en un Proyecto de aula, si tenemos en cuenta que existe un consenso en que el “aprendizaje del hombre no termina (ni comienza) en la escuela, sino que es un proceso que dura toda la vida”? [10]. Comenio, el gran pedagogo, sostuvo que: “cada edad está destinada al aprendizaje, de suerte que no hay otro fin del aprendizaje para el hombre que la vida misma” [11], concibiendo la educación como un proceso sin limitaciones en el tiempo y en el espacio. Con base en lo expuesto anteriormente, la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, atendiendo a su responsabilidad misional [12], considera importante, que su proyecto educativo institucional se oriente hacia una cultura de Innovación y de emprendimiento, orientando sus procesos académicos y pedagógicos por políticas de emprendimiento responsables del desarrollo de competencias emprendedoras, que permitan: la Inserción económica y social de los jóvenes en esta sociedad, jóvenes capaces de tomar iniciativas creativas e innovadoras, asumir riesgos responsablemente y ejercer liderazgo en la comunidad en general.

1.2 El proyecto de aula en el programa de Tecnología en producción Industrial.

Luego de comparar las estadísticas generales, según documento de autoevaluación, de los estudiantes matriculados en Tecnología en producción Industrial, con el total de matriculados en la institución, en el periodo 2010-2015, se construye la tabla 2. Esta detalla en particular que este programa posee el 12,2% (14.445 estudiantes) del total de la población matriculada que es de 118.638, siendo uno de los programas con

mayor demanda. La plataforma Ferrum, se convierte, por lo tanto, en la gran aliada para flexibilizar y facilitar el proceso de proyecto de aula, siendo importante subrayar la visión de proceso que está inmersa dentro del quehacer diario del tecnólogo en Producción Industrial. En los proyectos de aula los estudiantes abordan procesos en los que se transforman las necesidades o problemas de un contexto, en soluciones propuestas a partir de la interacción docente – estudiante, lo cual, ajustado a los lineamientos institucionales de promover la cultura investigadora, innovadora y emprendedora, articula las funciones sustantivas de la educación superior [13]. Estos procesos se aprecian en la tabla 3

Tabla 2. Estudiantes matriculados en Tecnología en Producción Industrial-2010-2015

Programa	Periodos académicos						Totales		
	2010-1	2010-2	2011-1	2011-2	2012-1	2012-2	Absolutos	Relativos	
Producción Industrial	1000	969	1074	1058	1272	1239	6612		
Institución	7603	7575	8468	8580	9714	9979	51919		
	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2			
Producción Industrial	1176	1336	1400	1302	1386	1233	7833	14445	12,2%
Institución	11253	10776	11567	10784	11529	10810	66719	118638	100%

Tabla 3 Etapas proceso general del Proyecto de aula.

Etapa 1	Formalización de grupos
Etapa 2	Tutorías individuales
Etapa 3	Entrega primer avance
Etapa 4	Tutoría - evaluación conjunta
Etapa 5	Tutorías individuales
Etapa 9	Entrega informe final
Etapa 10	Sustentación

2 Posibilidades que ofrece la plataforma virtual Ferrum.

La plataforma virtual Ferrum, tiene como función general, promover la labor docente a través de nuevas tecnologías, apoyando el desarrollo de medios educativos para facilitar la innovación de la docencia. ofreciendo, en términos generales lo siguiente: Lo primero y más importante la estrecha relación que tiene la pedagogía constructivista de esta plataforma, con el modelo pedagógico de la Institución, “Modelo Investigativo, Contextualizado e interdisciplinario, ya que promueve una pedagogía, donde cada uno de los sujetos participantes de los proyectos educativos de la fundación se enfrentan a un proceso permanente de construcción de estructuras cognitivas, comunicativas, procedimentales, valorativas, estéticas y sociales de alto nivel, como reza en el PEI. Esta plataforma, permite a estudiantes y docentes, complementar y perfeccionar lo expuesto en las clases presenciales. Los docentes, pueden controlar permanentemente todas las actividades propuestas en los cursos y tienen la oportunidad de ofrecer a los estudiantes actividades, destacándose: cuestionario, foro, glosario, libros, debate, wiki, aulas auto gestionadas, entre otros.

Los docentes, evalúan y descargan las diferentes actividades como un archivo con formato de hoja de cálculo, los estudiantes pueden ver las mismas desde la plataforma. La plataforma, permite crear un registro de los accesos de los usuarios, se puede saber en cualquier momento cual y como ha sido la participación de cada estudiante o docente, cuando fue su último acceso, cuantas veces ha leído determinado texto o tarea, cuantos mensajes ha enviado, la estadística general del curso por estudiante y por grupo, entre otras. Brinda también la oportunidad de enviar copias de las actividades enviadas al foro, o de las observaciones hechas por los docentes, a los correos de los estudiantes, lo cual permite una comunicación asertiva y segura. Se pueden sacar copias de seguridad, de cada curso, que pueden ser restauradas en cualquier momento. Se controla el proceso de elaboración del proyecto de aula, a través de la herramienta wiki, ya que permite llevar un registro histórico de las consultas, participaciones, correcciones, por los docentes o por integrantes del grupo de proyecto y además revisada por el líder de proyecto de aula. En la tabla 4, se observan los resultados correspondientes a primer semestre de Tecnología en Producción Industrial.

Tabla 4. Resultados del primer semestre de TPI en el primer periodo académico de 2016

Sección -jornada	N° grupos	N° estudiantes	Nota promedio	Alcance de objetivos	
				no	si
1-2-3-4-mañana	40	186	4,15	9 de 186	177
5-tarde	10	31	3,8	4 de 31	27
9-10-11-noche	21	101	3,8	15 de 101	86
Totales absolutos	71	318	4	28 de 318	290
Totales relativos		28		8,80%	91,20%
c1	c2	c3	c4	c5	c6

Según el informe de gestión, del Coordinador de Proyecto de Aula, accedieron al curso 318 estudiantes, integrando 71 grupos, matriculados en 8 secciones (c1). Estudiantes que al ingresar a Ferrum, encuentran información detallada sobre la elaboración del proyecto de aula. En la página principal el curso define que es el proyecto de aula y expone los aspectos estructurales, que permitirán a los usuarios, estudiantes o docentes de primer semestre, el logro de los objetivos. Se observa la nota promedio obtenida por los grupos, la cual fue de 4,0 (c4). Solamente 28 estudiantes (8,8%) de los 318 (c3) inscritos en la plataforma, no alcanzaron las competencias necesarias, es decir, en la valoración cuantitativa obtuvieron nota inferior a 3,0 motivado por la no solicitud de tutorías individuales a los docentes asesores, según se observó, en las bitácoras de seguimiento. El 91,2%, (c6) equivalente a 290 estudiantes de 318 inscritos, lograron resultados exitosos, es decir, fueron evaluados con una nota superior a 3.0, como está considerado en el artículo 70 del capítulo XIV del reglamento estudiantil.

Con relación a quinto semestre, se observa en la tabla 5, que solo el 0,84% no alcanzo las competencias (c5). Es de aclarar que en esta Institución se entiende por evaluación, todas las acciones de carácter didáctico pedagógico disciplinar, orientadas a valorar el proceso individual o colectivo del desarrollo de las

competencias, habilidades y/o aprendizajes de los estudiantes, referidas al ser, al saber y al saber hacer en diversos escenarios y contextos, como también, que toda actividad evaluativa, se decanta con la asignación de una valoración cuantitativa o valorativa de las competencias logradas por el estudiante, por parte del docente que orienta el proceso de formación [14]. Resultados satisfactorios, obtenidos por las asesorías de los docentes, y los diferentes recursos u oportunidades que presenta la plataforma Ferrum, que permiten que la información llegue en forma acertada y oportuna a los estudiantes, forjando de este modo que el trabajo en el proyecto de aula, sea organizado y comprensible [15]

Tabla 5. Resultados de quinto semestre de TPI en el primer periodo académico de 2016

Sección -jornada	Número grupos	Numero estudiantes	Nota promedio	Alcance de objetivos	
				No	si
1-3mañana	24	118	4,01	1 (nota de 2,64)	117
5-tarde					
9-10-11-					
Totales absolutos	24	118	4.0	1 de 24	117
Totales relativos		100%		0,84%	99.16%
1	2	3	4	5	6

La tabla 6, muestra 4.600 estudiantes impactados por la estrategia pedagógica Proaula (c2), un total de 1.150 proyectos (c3), transversalizados por las competencias de Innovación y emprendimiento. 94% de los proyectos inscritos aprobados, es decir, 1081 proyectos, (c4 y c5), elaborados por 4.324 estudiantes (c6), impactados positivamente por esta estrategia pedagógica que entrelaza la docencia, la Investigación y extensión, adquiriendo competencias específicas del programa, y competencias transversales de investigación, Innovación y emprendimiento. Solo un 6% de los grupos de proyectos (c6), no alcanzó aprobación, por falta de tutorías individuales con docentes asesores. Es de anotar, que las notas derivadas del “Proyecto de aula”, revisten de gran importancia para los estudiantes, debido a que participan en un 20 y 30% de la nota de segundo y tercer corte, de todas las asignaturas del semestre donde realiza su proaula. En los semestres donde los estudiantes asisten a los eventos feriales, esta estrategia participa es en los tres cortes, con un 20, 20%y 40% como es el caso de quinto semestre.

Tabla 6. Proaulas aprobados de semestre la 6 en el programa de TPI periodo 2014-2016-1

Años	Inscritos Ferrum		% promedio proyectos aprobados	Proyectos aprobados	N° de estudiantes impactados
	N° de estudiantes	N° de Proaula			
2014	1880	470	96	451	1804
2015	1868	467	94	439	1756
2016	852	213	90	191	764
	4600	1150	94%	1081	4324
		1150	6%	69	276
				1150	4600
c1	c2	c3	c4	c5	c6

3 Conclusión

El proceso de Proyecto de aula, apoyado en el uso de las nuevas Tecnologías, representadas en nuestro caso por la Plataforma Ferrum y, en el marco de un aprendizaje significativo eje central de nuestro modelo pedagógico “MICI”, modelo educativo investigativo, contextualizado e interdisciplinario, permite tanto a docentes como a estudiantes, un desarrollo significativo en el proceso de enseñanza aprendizaje. . Por otro lado, el recurso tecnológico de la Plataforma Ferrum, se convierte en un medio, para que la función de la docencia en el proceso de formación de la institución Tecnológico Comfenalco, se adapte a las necesidades de sus estudiantes, convirtiéndola en una organización flexible. A partir de lo anterior, se establece una articulación entre la tecnología y la docencia para la realización de los proyectos de aula, de manera que contribuyan a alcanzar los objetivos Institucionales, como es la formación integral de sus estudiantes para que desarrollen competencias que les permitan enfrentar contextos retadores, ya sea, en la empresa donde se desempeñen o en su entorno. Como es el caso de los proyectos de aula direccionados a la Innovación y el emprendimiento, que, en su contexto como Tecnólogos en producción Industrial, pueden aportar ideas a las organizaciones en las que realizan la práctica investigativa, como también, a la solución de problemas y necesidades en el ambiente externo a las organizaciones. Por lo tanto, el uso de la plataforma Ferrum en nuestra Institución, la ubica al nivel de las Instituciones de calidad de la ciudad de Cartagena al convertirla en una organización flexible y rápida que permite el logro de sus propósitos y da respuesta a las necesidades del mercado, en lo político, social y económico.

Referencias

1. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco (2016). Software de Administración de Proyectos de Aula. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Sitio web: <http://swap.tecnologicocomfenalco.edu.co:8090/swap/>.
2. Tecnológico Comfenalco (2016). Folleto Tecnológico en Cifras Web.pdf.Tecnologico Comfenalco, 2016/03/14, Sitio web: <http://tecnologicocomfenalco.edu.co/sites/default/files/documentos/2016%2003%2014%20-%20Folleto%20Tecnolo%CC%81gico%20en%20Cifras%20Web.pdf>
3. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco (2016). Tecnológico Comfenalco,» 27/07/2016. Sitio web: <http://aulavirtual.tecnologicocomfenalcovirtual.edu.co/plataforma/>.
4. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco (2012). PEP: Proyecto Educativo del Programa Tecnología en Producción Industrial, Cartagena de Indias: Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, 2012.
5. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco Cartagena (2011) PEI: Proyecto Educativo Institucional, Cartagena de Indias D. T y C: Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco Cartagena.
6. Nielsen, J., Usabilidad, Diseño de sitios web., Madrid, Anaya Multimedia (2001). pp 203.
7. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco (2015) FERRUM, 25/07/2016.Sitio web: <http://aulavirtual.tecnologicocomfenalcovirtual.edu.co/plataforma/course/view.php?id=264>
8. Tayler, C., Learning in early childhood: Experiences, relationships and 'learning to be', European Journal of Education, Volume 50, Issue 2, 1 June 2015, pp 160-174
9. Parra, J. M. Ensayo educación y Pedagogía, Manizales: Universidad Católica de Manizales., 8, 2003. pp 75-76.
10. Retana, G.F.,Forman, C., Wu, D.J., Proactive customer education, customer retention, and demand for technology support: Evidence from a field experiment, Manufacturing and Service Operations Management, Volume 18, Issue 1, Winter 2016, pp 34-50.

11. Beatón, G.A., Quality education for all, ethical and political principle (Article), Una educación para todos y de calidad, una máxima ética y política., *Psicología Escolar e Educativa*. Volume 18, Issue 2, 2014, pp 359-368.
12. H. Garzón, I. Marrugo, C. Guzmán y H. Olga, Manual orientador para la gestión y desarrollo de proyectos de aula: Ingeniería Industrial- Tecnología en Producción Industrial., Cartagena de Indias: Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, 2016.
13. Martínez, E., (2016). <http://docentes.tecnologicocomfenalco.edu.co/>,» 25 enero 2016. Sitio web:<http://aulavirtual.tecnologicocomfenalcovirtual.edu.co/plataforma/course/view.php?id=602>
14. Consejo superior Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Reglamento estudiantil de la Fundación Universitaria tecnológico Comfenalco, Cartagena de Indias: Fundación Universitaria tecnológico Comfenalco, 2015.
15. Ibeth, M.: <http://docentes.tecnologicocomfenalco.edu.co/>,» 25,» enero 2016. Sitio web: <http://aulavirtual.tecnologicocomfenalcovirtual.edu.co/plataforma/course/view.php?id=624>

Polymer Concrete en la recuperación de pisos industriales atacados por corrosión

Polymer Concrete at the recovery of industrial floors attacked by Corrosion

Jaime Espinoza Oyarzún¹

¹Grupo de Investigación en Nuevas Tecnologías. Departamento de Tecnologías Industriales
Facultad Tecnológica, Universidad de Santiago de Chile
jaime.espinoza@usach.cl

Resumen. Este trabajo presenta la técnica del Polymer Concrete aplicada a la recuperación de pisos industriales atacados por corrosión como a la preservación de estos elementos frente a la acción de un medio ambiente agresivo.

Se esbozan las posibilidades que los materiales plásticos tienen como solución frente a este problema. Se desarrollan las técnicas del Polymer Concrete y Chicken Feed. De ambas técnicas resulta un producto de excelente comportamiento frente a productos químicos agresivos y de características mecánicas sobresalientes.

Palabras claves: polímeros, corrosión, Polymer concrete.

Abstract. This work presents the technical of the Polymer Concrete applied to the recovery of flats industrial attacked by corrosion as to the preservation of these elements facing the action of an environment aggressive. Outlines the possibilities of plastic materials have the solution to this problem. The techniques of Polymer Concrete and Chicken Feed are developed. Of both techniques is a product of excellent behaviour of aggressive chemicals and outstanding mechanical properties.

Key words: corrosion, polymers, polymer concrete.

1 Introducción

Una de las características de la industria actual, especialmente aquella que, directa o indirectamente, trabaja con productos químicos es la agresividad de los mismos; ésta se manifiesta por el aumento de concentraciones, de temperaturas de trabajo, del tiempo de exposición, etc. Estos factores traen consigo, en corto plazo, la presencia de corrosión la cual se presenta tanto en estructuras de acero como en hormigón, produciendo deterioros muy significativos y la destrucción final de los elementos afectados.

Ante estos problemas, surgen los plásticos como una alternativa muy eficiente para recuperar estructuras dañadas, pisos de hormigón y para prevenir la acción corrosiva sobre estos elementos nuevos. Como resinas líquidas viscosas, como prefabricados, como recubrimientos o como material base de un piso o estructura industrial, los plásticos se presentan para neutralizar este fenómeno, destacando pinturas, recubrimientos de secado al tacto, plásticos reforzados, recubrimientos antiácidos monolíticos pesados (RAMP) y Polymer Concrete (PC), todos ellos frutos de una moderna y avanzada tecnología.[1]

En definitiva, este trabajo pretende mostrar criterios de selección y orientaciones generales para resolver este problema que afecta variados sectores industriales.

2 Plásticos Aplicados a la Prevención de la Corrosión

Dada la variedad de materiales poliméricos – plásticos o cauchos – que se presentan como alternativa frente a la corrosión, es necesario, en cada situación específica, hacer un detallado estudio para determinar cuáles materiales cumplen con las exigencias técnicas para actuar como medio de protección. Es necesario considerar que cada uno de los plásticos o cauchos presentan sus propias y particulares características y/o propiedades de resistencia química, mecánica, térmica, de permanencia, etc.

Los materiales poliméricos tienen variadas formas de presentación; algunos “secan” al tacto por medio de una reacción química, se obtiene un plástico termorrígido producido por reticulación o un caucho seco al tacto, los cuales constituyen las pinturas de reacción, tales como las epóxicas, alquídicas o uretánicas.

Las resinas de poliésteres insaturadas y las epóxicas, con refuerzos fibrosos o mezclados con áridos o en una combinación de ambos, formando el Polymer Concrete y los Revestimientos Antiácidos Monolíticos Pesados (RAMP). [2]

Otra presentación, para cauchos como plásticos, son las láminas dimensionadas, unidas con adhesivos o con soldadura a la estructura base que protegerán, actuando como revestimiento.

Finalmente, los elastómeros, naturales o sintéticos, colocados “in situ”, vulcanizados en frío presentan una notable resistencia a variadas condiciones de servicio.

Esta visión sintética de las posibilidades de aplicación de los polímeros en este terreno, pretende dar una idea de las soluciones que estos materiales otorgan a los profesionales que laboran en el terreno industrial. El presente trabajo se centrará en las técnicas del Polymer Concrete y del Chicken Feed.

3 Recuperación de pisos industriales con Polymer Concrete

El campo de aplicación de mayor interés para el Polymer Concrete (PC) es en la reparación de pavimentos industriales y en la prevención de los efectos corrosivos que se presenta en los pavimentos nuevos. Esta aplicación es usada, principalmente, en los pavimentos con tráfico pesado y en aquellos que estén en contacto con productos químicos, en forma accidental o permanente, como efecto del sistema operativo.

Tal situación ocurre en los pavimentos de una lechería, una planta vitivinícola, una planta de bebidas alcohólicas y analcohólicas, refinerías de metales, mataderos industriales, etc. En estos casos, por acción de productos químicos como Ácido Úrico, Ácido Láctico, Hemoglobina, ácidos fuertes, soluciones salinas, alcoholes, etc., se produce una disminución del pH del hormigón, situación que provoca daños severos en el mismo, con una fuerte caída en la resistencia mecánica; este fenómeno se agrava en el hormigón armado, el cual al corroerse produce fisuraciones explosivas en el pavimento, produciendo un daño aun mayor. [3] [4]

Para dar una solución eficiente a la recuperación de pisos de hormigón atacados por corrosión, se debe establecer en primer lugar cuál o cuáles son las condiciones de trabajo del piso en cuestión. Para ello es necesario considerar:

- ❖ Tipo de agresivo. ¿Cuál o cuáles son los productos químicos agresivos? ¿Ácidos o básicos? Secuencia o alternancia en que se manifiesta su acción: permanente o accidental. Características del régimen de trabajo.
- ❖ Concentración de los productos químicos agresivos. Sobresaturado, concentrado o diluido.
- ❖ Temperatura de trabajo. ¿Cómo es el régimen térmico? ¿Qué método de calentamiento se usa? ¿Cuáles son las temperaturas máximas, mínimas, media?
- ❖ Tiempo de exposición al medio agresor. Permanente, semipermanente o accidental
- ❖ Material de que está constituido el piso. Hormigón simple, hormigón armado u otro material
- ❖ Dimensiones del piso a reparar. ¿Cuánto es el volumen del piso a reparar?
- ❖ Antigüedad o grado de deterioro del piso. Deterioro superficial o no superficial
- ❖ Esfuerzos mecánicos que debe soportar el piso; éste es, si presenta tránsito peatonal, pesado o mixto; si es tránsito pesado puede ser rodante neumático o rodante no neumático.

El Polymer Concrete (PC) es una mezcla homogénea de resinas plásticas con áridos de granulometría variable, que constituye una argamasa de alta viscosidad. Químicamente, se pueden seleccionar dos familias de resinas, las Epóxicas y las de Poliéster insaturado, estas presentan exponentes sobresalientes para cada condición de corrosión específica.

Como el costo de las resinas de Poliéster insaturado, normalmente, es menor que las Epóxicas son más ampliamente usadas y en ellas se encuentran presentes una variada gama de propiedades, características, resistencias y precios, lo cual permite encontrar en las mismas el tipo de material plástico más adecuado para cada aplicación.

Las resinas de Poliéster insaturado de uso general muestran una buena resistencia a los ácidos; las resinas isoftálicas presentan estabilidad frente a álcalis fuertes y las resinas ortoftálicas son resistentes a la mayoría de los ácidos y las soluciones salinas en cualesquier concentración. Cuando se trata de resistencia a productos químicos como alcoholes, petróleo, glicoles, cetonas, etc. entonces deberá seleccionarse una resina de Poliéster insaturado de alta reactividad.

El éxito o fracaso del sistema protector depende en gran medida del árido presente en el Polymer Concrete, el cual deberá conjugar sus propiedades con las de la resina base. Cuando se trata de exposición a los ácidos, el árido debe estar libre de carbonato pero puede llevar Feldespato en poca cantidad.

Otro ejemplo, es la aplicación de Polymer Concrete como recubrimiento de una cuba electrolítica o el piso de una refinería de metales. El Polymer Concrete debe resistir la acción permanente del Ácido Sulfúrico al 30% y una temperatura alrededor de $65^{\circ} \pm 1^{\circ}$ C. Para este caso, el árido indicado es la Sílice libre de impurezas de Hierro para evitar porosidad en el recubrimiento y además, un menor rendimiento de Cobre y mayor gasto de energía.

Un factor importante a considerar en el árido es la Curva de Distribución Granulométrica. A mayor contenido en árido, menor contenido de resina (menor superficie es mejor) con lo cual se logra una mayor resistencia química, como también a la compresión, a la abrasión y, finalmente, un menor precio.

El tamaño del árido condiciona el consumo de resina, el cual puede variar entre 6 a 25% en peso para áridos cuya granulometría oscila desde polvos de 0.06 mm hasta granos de 30 mm.

Independiente de la resina seleccionada, del árido y de su granulometría, el éxito del recubrimiento para pisos de hormigón dependerá de la eficiencia de la mezcla y homogenización de los materiales para formar una argamasa homogénea de Polymer Concrete.

Dada la capacidad de mojado que presentan las resinas líquidas frente a los áridos, es que cualesquier método de mezclado manual o con pequeños equipos de mezcla proporcionan una muy limitada efectividad, dando una mezcla deficiente y poco homogénea y con volúmenes de producción discontinuos.

Un equipo de producción adecuado es aquel que suministre sin detención cantidades medidas de los componentes del Polymer Concrete en forma continua, logrando, de esta forma, una mezcla de alta eficiencia y perfectamente homogénea en un tiempo no mayor a los siete segundos, a una temperatura entre 50 a 55° C. A esto sigue un rápido vaciado sobre el piso a recubrir, lográndose la solidificación del recubrimiento en corto tiempo; este proceso es perfectamente repetitivo.

El recubrimiento final, junto con tener la resistencia química propia de la resina base seleccionada, también poseerá las características físico-mecánicas que se indican en la Tabla 1. En dicha tabla, se compararan las características del Polymer Concrete hecho con diferentes resinas bases con el hormigón de cemento.

Tabla 1. Propiedades Físicas y Mecánicas del Polymer Concrete vs Hormigón. Fuente: [5]

Propiedad	Unidad	Polymer Concrete	Hormigón H25
Densidad	Kg/m ³	2.200	2.300 – 2.400
Resistencia a la Compresión	Kgf/cm ²	1.194	257
Resistencia al Impacto (altura)	cm	100	55
Resistencia a la Abrasión	mm	0,88	5,03
Resistencia a las heladas		Sin daño	CuarTEAMIENTO y pérdida de masa
Absorción de Agua	% peso	0,08	8,10

En la Tabla 1 se aprecia una cualidad notable de este material como es la mínima absorción de agua, la cual, frente a aguas lluvias ácidas, soluciones de suelos salinos, efluvios industriales, aguas negras, etc., presenta un deterioro mínimo y a muy largo plazo. En la reparación de pisos de hormigón, debe considerarse la mantención del nivel original de piso terminado, por lo cual es necesario rebajar el piso existente para extraer todo el material dañado. De no ser necesario mantener la cota original, sólo basta con remover aquellos sectores en malas condiciones y ejecutar minuciosamente cada una de las operaciones que se indican, cuidando escrupulosamente la limpieza del lugar de trabajo.

4 Operaciones para la colocación in situ del Polymer Concrete

- ❖ Extracción del material suelto o defectuoso en pisos deteriorados
- ❖ Reparación de grietas y cavidades, pudiendo usarse el sistema de inyección de resinas. De igual forma, en pisos deteriorados
- ❖ Arenado en húmedo. Para pisos nuevos de hormigón, el cual se realiza después de los 28 días de fraguado con la finalidad de otorgar una mayor adherencia.
- ❖ Neutralización de la superficie del hormigón. Lavado y secado. Es fundamental en pisos deteriorados por acción química. Una mala ejecución de esta actividad significaría un deterioro en el corto plazo de las resinas que forman el “Lining” o interfase
- ❖ Colocación del Polymer Concrete.
- ❖ Colocación de Lining. El Lining tiene por función establecer un sistema intermedio a través de enlaces químicos con la Sílice presente en el hormigón del piso. Además, esta capa presenta una alta compatibilidad con las resinas de la interfase asegurando una adherencia excelente y gran estabilidad.
- ❖ Cabe destacar que el Lining cumple además la función de amortiguar los esfuerzos mecánicos que se producen en el piso por causa de la diferencia de contracción/dilatación producida entre el hormigón y el recubrimiento exterior de Polymer Concrete causado por las variaciones de temperatura

- ❖ Colocación del Polymer Concrete. Sobre la base señalada se coloca Polymer Concrete.
- ❖ Textura superficial o compactación. Esta debe ocurrir antes que la resina tome su estado de “gel”
- ❖ Puesta en servicio. Antes de que el piso recuperado sea puesto nuevamente en servicio debe determinarse el grado de curado alcanzado por la resina, usando ensayos como el de Acetona, el durómetro o el Martillo Smith

En la práctica, el proceso descrito es sensible a los cambios que siempre se producen por variaciones en las condiciones de trabajo. Los resultados del proceso indican que se obtienen valores de resistencia mecánica hasta tres veces superior al hormigón de cemento y los valores promedios de los ensayos mecánicos se encuentran siempre en la parte más alta de la curva de resistencia.

La utilización de resinas de poliéster insaturado en la producción del Polymer Concrete está determinada por razones económicas y por las condiciones de procesamiento y, en el uso de ellas, deben equilibrarse las variables de procesamiento – temperatura y tiempo – para generar un producto satisfactorio; por ello es imprescindible la utilización de equipos sofisticados.

El curado o endurecimiento de las resinas trae aparejado el reordenamiento estructural y ello se manifiesta en un aumento de la densidad de las mismas, o sea, que se produce una contracción, en algunos casos importante. En general, las resinas de Poliéster tienen una mayor contracción que las Epóxicas, además de tener tiempos de “curado” más prolongados. En consecuencia, para aminorar este efecto se requiere de una máxima relación árido/resina; las resinas Epóxicas por tener contracción mínima es que pueden procesarse con equipos y métodos más simples [6].

Entre los métodos de colocación destaca, por su sencillez y efectividad, la técnica del “Chicken Feed”; aunque presenta algunas limitaciones como menor densidad, resistencia al impacto, pero una aplicación más simple con relación al Polymer Concrete. En este método convencional, los materiales del Polymer Concrete son dosificados, mezclados y homogenizados antes de ser colocados “in situ”. Ya sea que por razones de espacio o complejidad de obra, no sea posible colocar los equipos en la zona de trabajo; se aconseja la mezcla de los materiales en el lugar mismo, teniendo presente que, cualesquiera que sea el método, los materiales no varían.

La preparación del piso se hace de acuerdo con las operaciones descritas anteriormente y la formulación de la resina tiene que estar en base a las condiciones ambientales del momento y a la funcionalidad del piso que se va a reparar o recubrir. Una vez que la resina se ha homogenizado, esta debe verterse sobre el piso a recubrir en forma lo más uniforme posible; simultáneamente, debe “alimentarse” con el árido específico, lanzándolo hacia arriba para que al caer cubra uniformemente la superficie a recubrir, de este modo es mojado lentamente por la resina, lográndose un Polymer Concrete en el lugar mismo de colocación.

La cantidad de árido y la distribución del mismo sobre el piso otorgarán el espesor final del recubrimiento, el cual se logra por repetición de la operación antes indicada, cuidando de no producir una segregación en los áridos y que la cantidad de los mismos sea la necesaria para que el piso no parezca mojado. Este proceso se realiza una vez que el piso ha “curado” suficientemente a temperatura ambiente.

Aunque esta técnica del Chicken Feed es menos efectiva que la colocación directa de Polymer Concrete, en general no debe desecharse ya que en ocasiones, por razones de espacio, complejidad de la reparación o funcionalidad, representa ser el único viable.

5 Conclusiones

El fenómeno de la corrosión es inherente a un sinnúmero de operaciones industriales y obras de infraestructura, actividades diarias, etc., la cual se ha ido haciendo más notoria en la medida que la actividad tanto humana como industrial, ha ido en constante aumento, ocasionando contaminación del medio ambiente y destrucción de las estructuras.

Una de las alternativas válidas para solucionar este problema la otorgan los materiales poliméricos, los cuales usados como recubrimientos de estructuras, como recubrimientos de pisos o como un material para la fabricación de elementos que presentan problemas de ataques corrosivos.

Las propiedades del Polymer Concrete señaladas demuestran que tiene sobresalientes propiedades mecánicas, las cuales superan al hormigón de cemento. Este análisis y soluciones planteadas en el presente trabajo no son válidos para todos los casos. Para cada problema específico, se debe hacer un análisis acucioso de las variables que el mismo plantea y resolver cual será el material y técnica usar de acuerdo con los requerimientos funcionales del problema.

Agradecimientos

Al Grupo de Investigación en Nuevas Tecnologías por su apoyo para publicar este artículo.

In Memoriam

En recuerdo de mi querido colega y amigo Sr. Ángel López Gutiérrez (Q.E.P.D.)

Referencias

1. Valencia, Mayra E. et al.: Caracterización fisicomecánica del Concreto Polimérico basado en Resina de Poliéster. Revista Científica Guillermo de Ockham, Vol 8 (1), (2010)
2. Martínez-Barrera, G et al.: Concreto polimérico reforzado con fibras de Luffa. Información Tecnológica Vol 24 (4), (2003). (Citado 14 diciembre 2016) disponible en URL: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=50718-07642013000400008
3. García, E y Valle, E.: Estudio del nivel de protección contra la corrosión de un hormigón polimérico. Revista Metalúrgica, Vol 34 (3). (1998), Madrid. (Citado 02 noviembre 2016) Disponible en URL: <http://revistademetalurgia.revistas.csic.es>
4. Pérez Godínez, F. Protocolo de tesis. (Citado 15 diciembre 2016) Disponible en URL: <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/mic001.pdf>
5. Presentación Artis Valentia. Hormigón Polimérico (Citado 04 noviembre 2016) Disponible en URL: <http://www.artisval.com>
6. López, A y Espinoza, J. Aplicación de los Polymer Concrete en la Recuperación de Pisos atacados por Corrosión. VII Jornadas Chilenas del Hormigón. I Jornada Latinoamericana del Cemento y Hormigón. Instituto Profesional de Santiago. Centro Tecnológico del Hormigón, 1988.

Elementos para el modelamiento de Tráfico Vehicular en América Latina

Elements to model Vehicular Traffic in Latin America

Leonardo Ramírez¹, Jeisson Sánchez¹

¹ Research Group TIGUM. Faculty of Engineering, Universidad Militar Nueva Granada, Carrera 11 # 101 – 80, Carrera 58c # 142 – 20, Bogotá, Colombia
{leonardo.ramirez, u1400881}@unimilitar.edu.co

Resumen. Actualmente el tráfico vehicular es un reto para la ingeniería en software. Diferentes modelos basados en inteligencia artificial, Internet de las cosas, visión artificial, entre otras tecnologías son implementados para solucionar problemas de tráfico vehicular. Sin embargo hay factores como el incremento de la densidad de tráfico en comparación con la infraestructura que aumenta ese reto. La mayoría de propuestas son lanzadas en forma individual para solucionar problemas únicos o también denominados locales. En este artículo se analiza el tráfico vehicular Latino-Americano basado en las más grandes áreas de transporte. El estudio es basado en las principales variables de tráfico y se genera un método de diseño de nuevos modelos a futuro por clasificación. La clasificación en el modelamiento de soluciones es el primer paso para desarrollo de estándares, políticas y solución de problemas en diferentes lugares en Latinoamérica.

Palabras clave: clasificación del transporte, congestión vehicular, modelos de tráfico software de simulación.

Abstract. Nowadays, vehicular traffic is a challenge in software engineering area. Multiple models based on artificial intelligence, Internet of Things, computer vision, among other technologies are deployed to supply support in vehicular traffic problems. However, the traffic density is increment due to the ways infrastructure and the number of vehicles. Majority of solutions are deployed in singular functions to solve individual problem. In this paper we analyze the vehicular traffic in Latin-American cities according to different transport areas. The study is based on the main transport variables and generating a method to design future models. The transport classification in modeling solutions will satisfy the traffic standards, policies and universal solution to problems in different locations.

Keywords: transport classification, vehicular congestion, traffic models, software simulation.

1 Introducción

En Latinoamérica hay ciudades densamente pobladas como lo son Santiago de Chile, São Paulo, Lima, Bogotá, entre otras grandes ciudades. Actualmente Bogotá es una metrópolis con aproximadamente 8 millones de habitantes [1]. Siendo la capital de Colombia, tiene una alta demanda de tráfico vehicular. Debido a los problemas de movilidad, diferentes soluciones han sido propuestas como el Sistema Integrado de Transporte Público –SITP, proyectos de viabilidad del metro subterráneo de Bogotá, restricciones de movilidad en tiempos de alta congestión vehicular. Sin embargo, esas soluciones aunque son prácticas no abarcan el incremento anual de vehículos. Bogotá como las otras metrópolis Latinoamericanas necesita un modelo universal para mejorar el tráfico vehicular. Para un correcto modelamiento de tráfico vehicular hay diferentes enfoques y objetivos. Normalmente el tráfico es clasificado en tráfico dinámico o estático.

Los modelos de tráfico vehicular propuestos más comunes son de tipo estático. Lo que se refiere a una solución en un lugar particular o a un grupo selecto de vehículos debido a su comportamiento en una ciudad. El comportamiento es regular basado en la llegada a un punto de referencia como lo es una luz de tráfico. Sin embargo, existen soluciones planteadas para el tráfico dinámico como el centro de gestión de movilidad implementado en Colombia. El centro de gestión de movilidad es una parte de Sistema de Transporte Inteligente –SIT. SIT es un sistema moderno implementado con tecnologías de la información y las comunicaciones –TIC como Big Data, procesamiento de imágenes, Internet of Things – IoT, entre otros. El sistema de control provee información del tráfico en tiempo real de Bogotá [2]. El principal propósito es optimizar la congestión de tráfico basado en monitoreo del flujo de tráfico, integración de los sistemas de información y disminuir los tiempos de respuesta para eventos de emergencia. Sin embargo hay diferentes factores que afectan la respuesta para emergencias como lo es la infraestructura urbana, control del tráfico y modernización del sistema de tránsito, entre otras reglas. Por otro lado, Lima tiene aproximadamente 9.834.000 millones de habitantes, in 2015 [3]. Lima también tiene problemas de congestión vehicular de acuerdo al incremento anual. Aunque Lima tiene un sistema de transporte eléctrico y otros sistemas de transporte público, la sobrepoblación disminuye la movilidad. Diferentes instituciones en Perú sugieren expandir las vías vehiculares. Pero la solución analizada por expertos es una solución temporal y es una propuesta para adoptar políticas Europeas/Sudamericanas como la restricción en Bogotá de “Pico y Placa” [4]. No obstante, São Paulo es una de las ciudades más pobladas en Latinoamérica. De acuerdo a IBGE, São Paulo tiene aproximadamente 11.967.000 millones de habitantes [5]. En São Paulo las soluciones son peajes en lugares urbanos y rurales. Pero de nuevo, la congestión de tráfico es insostenible debido al incremento de vehículos. Desde 1986, São Paulo tiene líneas viales de tráfico reversible basado en la demanda de vehículos, como los buses de transporte público [6]. La estrategia reversible CET mejora el transporte masivo en la ciudad.

Todos los problemas de movilidad en las ciudades se están resolviendo con diferentes estrategias. Pero los modelos propuestos son estudios individuales en diferentes

lugares. La idea principal de clasificar el transporte vehicular es proveer una guía para futuros modelos y mejorar las aplicaciones presentadas a nivel global en las ciudades. Una comparación entre los diferentes modelos de tráfico en Latinoamérica es presentada en este artículo. Como solución se propone una implementación de algoritmos heurísticos y un software de simulación de los algoritmos en redes vehiculares basados en la clasificación del transporte.

2 Clasificación de transporte y modelos de simulación

2.1 Clasificación de Transporte

La integración de diferentes algoritmos y métodos de transporte serán la base de nuevos diseños de modelos universales en simulación de tráfico vehicular. Los modelos universales están sustentados sobre la clasificación estándar de transporte para determinar el enfoque en el área específica de transporte. La clasificación de transporte es realizado de acuerdo a las investigaciones y resultados de búsquedas más relevantes en la academia sobre tráfico vehicular. En la figura 1 se presenta una clasificación básica y estándar de las áreas de transporte para el modelamiento de tráfico vehicular.



Fig. 1. Clasificación estándar de las áreas de transporte

La clasificación presentada fue realizada con base en investigaciones del tráfico vehicular en las principales ciudades con mayor congestión en Latinoamérica. La taxonomía propuesta es un esquema de solución para incluir nuevas áreas como el tráfico de vehículos de emergencias y áreas comunes como el transporte público urbano, transporte comercial y de carga, tráfico no motorizado, entre otros.

2.2 Software de simulación de tráfico vehicular

Múltiples software de simulación son desarrollados para el control y prevención de desastres, predicción del clima y otros enfoques que requieren ayuda tecnológica para resolver problemas cotidianos. Sin embargo, existe un problema mayor que es el crecimiento a gran escala de vehículos respecto a la infraestructura de cada ciudad.

Por esta razón, el desarrollo de software de simulación de tráfico vehicular es un reto para la ingeniería. La simulación de flujo vehicular es una parte esencial para implementar nuevos modelos que solucionen la movilidad del transporte urbano, como carreteras de alto tráfico, carreteras a nivel rural, entre otras. El software de simulación vehicular es clasificado principalmente en 3 tipos de modelos.

- ❖ Simulación Macroscópica: está basado en el flujo vehicular realizado en un análisis colectivo a gran escala. Consiste en estudiar el segmento de una vía que incluye todo tipo de transporte como público, emergencias, entre otros y su densidad de flujo de vehículos. [7]-[9].
- ❖ Simulación Microscópica: el análisis es realizado sobre un vehículo como agente independiente y su comportamiento en el tráfico. Requiere grandes volúmenes de información para procesar y generar resultados precisos. Adicional se consolida entre varias simulaciones un alto costo de tiempo y recursos de procesamiento [8]-[10].
- Simulación Mesoscópica: implementa características de las simulaciones Microscópica y simulación macroscópica [7]-[10].

3 Posible solución al tráfico vehicular mediante algoritmos

En la literatura hay múltiples modelos en tráfico urbano como el presentado por Salcedo. El modelo es el seguimiento y control de una red de luces de tráfico en una importante vía de Bogotá. El modelo sincroniza el tiempo de duración e intervalos de las luces de tráfico. Los resultados fueron analizados en una Simulación macroscópica con un modelo Adaptive Network Fuzzy Inference System –ANFIS. ANFIS tiene una alta precisión. La densidad vehicular decrece con el modelo ANFIS. El modelo es entrenado durante 10 períodos por una red Neuro-Difusa [11]. En 2015, se presenta el desarrollo de sistemas de información basados en una plataforma geográfica abierta para movilidad vehicular [12]. Sensores móviles, cámaras de video, luces tráfico y teléfonos móviles alimentan el sistema de información. El sistema es una fuente confiable para diseñar futuros modelos de tráfico vehicular. Por otro lado, una investigación de correlación es presentada para predecir la velocidad promedio espacial en la ciudad de Bogotá [13]. El estudio fue realizado en la avenida 26 de Bogotá, siendo una autopista de alta velocidad y su variación acorde a la cantidad de luces de tráfico instaladas. Los resultados muestran que los conductores reducen la velocidad cuando el número de vehículos incrementa con un promedio de velocidad básico alrededor de 37 a 68 Km/h.

Existen mayor número de modelos de simulación microscópico validados en Latinoamérica respecto al tráfico macroscópico. Un proyecto reciente en Pueblo Libre, Lima fue realizado con el software VISSIM 6.0. La mejora presenta una mejora al ciclo de las luces de tráfico y la redistribución de los vehículos en las vías [14]. Un proceso estadístico del análisis de resultados revela un diseño eficiente y una solución óptima para la congestión del tráfico vehicular. Otro país con esta

problemática es Ecuador. En 2014, es desarrollada una solución con inteligencia artificial para implementar en la ciudad de Ambato [15]. El problema de origen-destino de tráfico vehicular es probado con algoritmos genéticos. Las rutas de la red de transporte público fueron mejoradas a través de un problema matemático subyacente.

Para proponer soluciones para el modelamiento de tráfico en Latinoamérica es necesario considerar los siguientes tópicos de ingeniería: soluciones de redes de comunicación como enrutamiento, inteligencia artificial, big data y nuevas tecnologías emergentes como Internet of Things –IoT. Sin embargo la principal característica de una solución de tráfico vehicular es el algoritmo de solución o la técnica para detectar la ruta más confiable y disponible para dirigir los vehículos en diferentes vías y priorizar el tráfico de emergencias.

Una consideración óptima en un estándar de solución para modelamiento de tráfico vehicular es presentada en la figura 2. El primer paso es identificar el área de tráfico y revisar los trabajos relacionados para mejorar el modelo de la idea. Luego el tipo de vehículo determina el sub-área de como un bus en el transporte público o transporte rural o un vehículo de emergencia en un accidente en una o un desastre urbano. Adicional el tipo de vehículo en el modelamiento de tráfico define el modelo de un plan individual o universal. La diferencia está basada en la inclusión del algoritmo de procesamiento en un plan universal. El plan individual solo procesa la ruta en el algoritmo de solución. Después identifica el área o sub-área, luego el proceso principal es seleccionar el enfoque del software de modelamiento. La selección del modelo de simulación descrito en la figura 2 mejora la precisión de los resultados del algoritmo. Finalmente la técnica es entrenada con una función de aptitud de un algoritmo genético, algoritmo heurístico, algoritmo meta-heurístico, entre otros.

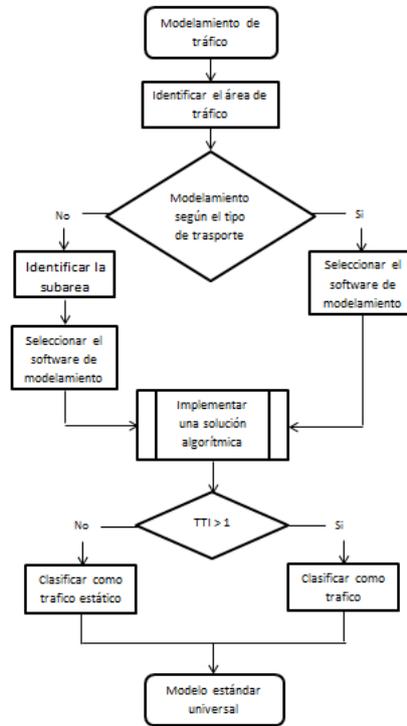


Fig. 2. Algoritmo universal para diseñar un modelo de software de simulación de tráfico vehicular

El escenario de tráfico es definido por el indicador del tipo de tráfico. El cual indica si el tráfico es dinámico o estático, basado en los tiempos de predicción de llegada en este caso de vehículos a una intersección o punto de evaluación y los tiempos reales de llegada de los vehículos esperados.

4 Conclusiones

La clasificación del transporte y los modelos de software de simulación de redes vehiculares mejoran la efectividad en diseños futuros de métodos de solución en contra de la congestión vehicular. El modelo estándar para desarrollar varios métodos ayuda para incluir diferentes modelos ya estipulados en otras redes y mejorarlos e inclusive implementarlos con otras soluciones en este problema. El mayor problema es generar soluciones de tipo individual y aplicarlos en lugares remotos. Por este motivo es necesario considerar el desarrollo de un software de modelamiento universal para implementarlo en cualquier lugar. Considerando un modelo universal el problema de congestión vehicular puede ser mitigado o resuelto. Aunque múltiple modelos de software en tráfico vehicular pueden incrementar su función y ser modelos universales, para ello deben considerar seguir el modelo estándar propuesto de análisis en su rediseño para implementar en escenarios reales de las ciudades de Latinoamérica.

Finalmente, se plantea una estrategia para el modelamiento vehicular mediante la inserción de algoritmos como una solución prometedora para el enrutamiento de vehículos. La principal razón es la eficiencia de encontrar el destino en menos tiempo y generar una baja probabilidad de congestión. También puede ser la solución inicial para ampliar otras variables de estudio del tráfico vehicular. La probabilidad de bloqueo en redes de datos u ópticas puede ser comparada con el rendimiento sobre las vías de alta congestión.

Reconocimientos. Especial agradecimiento al grupo de investigación GISSIC and TIGUM de la Universidad Militar Nueva Granada por la ayuda de la vicerrectoría de investigaciones con el proyecto ING-2108 e ING-2114.

Referencias

1. Estimaciones de población 1985-2005 y proyecciones de población 2005-2020 nacional, departamental y municipal por sexo, grupos quinquenales de edad. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Colombia, Accedido 2016 Noviembre 02. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/Municipal_area_1985-2020.xls
2. Aporte de movilidad a la transformación de Bogotá en una Smart City. Secretaria Distrital de Movilidad, Sistema inteligente de transporte, Bogotá, Colombia, Accedido 2016 Noviembre 02. Disponible en: <http://www.movilidadbogota.gov.co/?pag=2358>
3. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Book Compendio Estadístico 2015 [online]. Lima, Perú 2015. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1251/Libro.pdf
4. El caos vehicular de Lima tiene solución. Gestión El Diario de Economía y Negocios de Perú, Perú, accedido 2016 Noviembre 05. Disponible en: <http://blogs.gestion.pe/impactoambiental/2015/01/el-caos-vehicular-de-lima-tiene-solucion.html>
5. Estimativas da população residente nos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2015. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Diretoria de Pesquisas - DPE - Coordenação de População e Indicadores Sociais – COPIS, Basil, accedido 2016 Noviembre 05. Disponible en: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/estimativa_tcu.shtm
6. O que são faixas reversíveis. Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), Basil, accedido 2016 Noviembre 07. São. Disponible en: <http://www.cetsp.com.br/consultas/seguranca-e-mobilidade/o-que-sao-faixas-reversiveis.aspx>
7. R.Daniel; N. Pablo and Q. Nicanor. “Control y simulación de tráfico urbano en Colombia: Estado del arte”. vol.29, pp.59-69 (2009), Edición electrónica, 2016 (citado 07 Noviembre 2016). Disponible en URL: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932009000100008&lng=en&nrm=iso,ISSN 0121-4993.
8. R. Murcia H: Evaluación de herramientas de simulación de Redes Vehiculares. M.Sc. Dissertation. Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Sep.2010.
9. G.Kotusevski, K.Hawick.: A review of traffic simulation software. Res. Lett. Inf. Math. Sci., Vol. 13, pp. 35–54(2009)
10. Behrisch, M., & Erdmann, J: Comparing Emission and Traffic Flow models of different categories. In Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), International Conference on (pp. 164-168). IEEE (2015).

11. Pedraza, L. F., Hernandez, C. A., & Salcedo: Intelligent Model Traffic Light for the City of Bogota. In Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference. CERMA'08 (pp. 354-359). IEEE. (2008).
12. Caballero, L. C., Choy, J. L. C., & Micheline, R. B. (2015, October). RIMAC project: Open urban routing information system fed by real time reliable sources. Italia. In Smart Cities Conference (ISC2), IEEE First International, (pp. 1-6).
13. Naranjo-Torres, D.: Análisis de la relación velocidad-densidad vehicular de la avenida calle 26 en Bogotá. *Ingenio Magno*, Vol. 6(1), 76-88 (2015).
14. Alcalá Ramos, M. A. Micro simulación del tráfico de la intersección de las avenidas Bolívar, Córdoba y calle Andalucía empleando el software VISSIM 6. 2016.
15. Aldás, M. R., & Flores, M. J.: Modelo origen destino para estimar el flujo de tráfico usando algoritmos genéticos. *Maskana*, Vol. 65(Supl.). 2016

Aplicación Móvil Para El Autocuidado Del Balance Energético Humano

mHealth Mobile Application For Energy Balance

Leonardo Ramírez¹, Yohanna Rodríguez¹

¹ Grupo de investigación TIGUM. Facultad de Ingeniería, Universidad Militar
Nueva Granada, Bogotá, Colombia
{leonardo.ramirez, u1401068}@unimilitar.edu.co

Resumen. La cotidianidad que tienen las personas, ha conllevado a un descuido de su salud y al aumento de una vida sedentaria. La organización mundial de la salud-OMS determino que desde 1980 la obesidad se ha doblado en todo el mundo. Hecho que han llevado a entidades mundiales como la OMS y la Unesco a desarrollar herramientas que promuevan la conciencia del autocuidado de la salud. Con el avance tecnológico y el aumento del uso de dispositivos móviles, las aplicaciones móviles se han catalogado como una de las herramientas viables para promover hábitos saludables, ya que son de fácil acceso a la población, interactivas y apropian al usuario con el cuidado de su salud. Razones que llevaron al Grupo de Investigación TIGUM a desarrollar una aplicación para el autocuidado del balance energético, esta se caracteriza por calcular el balance energético a partir del gasto energético y las calorías consumidas.

Palabras Claves: balance energético, aplicación móvil, autocuidado, calorías.

Abstract. The daily life that people have, has led to neglect their own health and to increase the sedentary life. The World Health Organization -WHO determined that since 1980 obesity has doubled worldwide. This event has led global entities such as WHO and UNESCO to develop tools that promote awareness of health self-care. With the technological advance and the increase of the use of mobile devices, mobile applications have been cataloged as one of the viable tools to promote healthy habits, since they are of easy access to the population, they are interactive and they appropriate the user with their own health. Based on the above premises, TIGUM Research Group has developed a mobile application for the self-care of the energy balance. This is characterized by calculating the energy balance from the energy expenditure and the calories consumed.

Keywords: energy balance, mobile application, self-care, calories.

1 Introducción

Las enfermedades no transmisibles crónicas como diabetes, enfermedades cardiovasculares, cáncer, entre otras [1] y los problemas de salud como consecuencia de la mala alimentación crecen gradualmente a nivel mundial. En 2014, estudios desarrollados por la OMS precisaron que cerca de 1900 millones de adultos tenían sobrepeso y más de 600 millones tenían obesidad [2]. Cifra que representa que la Obesidad y el sobrepeso se están convirtiendo en un problema de salud pública, el cual debe ser tratado en la mayor brevedad posible. Esta problemática desde 2014 ha empezado a incluir a la población infantil, según las estimaciones de OMS unos 41 millones de niños menores de cinco años tenían sobrepeso o eran obesos [2]. Investigaciones desarrolladas en diferentes poblaciones han concluido que la obesidad y el sobrepeso se presenta a causa de los siguientes factores: genéticos, diéticos y metabólicos y la inactividad física [3]. En el caso de los factores diéticos y metabólicos están directamente relacionados con el balance energético, el cual representa el equilibrio existente entre la energía consumida y la energía gastada. Aclarando que la energía consumida es igual a la energía gastada más o menos la energía almacenada [4]. Aunque no todas las personas tienen una fase estática en su balance energético, sino que en algunas ocasiones se presenta un aumento del peso debido a un balance energético positivo [5]. Lo cual nos indica que la ingesta de energía es mayor que el gasto en el cuerpo.

Con el objetivo de controlar la obesidad y el sobrepeso en la población mundial, se han diseñado algunos programas por parte de la OMS para promover la adquisición de hábitos saludables, apoyado por diferentes investigaciones en la que se utilizan tecnologías y sensores que monitorean y analizan el gasto energético en tiempo real [6].

Estas herramientas son muy efectivas, pero a su vez los altos costos de adquisición, limitan su adquisición por parte de poblaciones con recursos limitados, hecho que ha conllevado a que la población a busque otras estrategias que promuevan hábitos saludables, como lo es el uso de aplicaciones móviles para la salud [7]. Con el objetivo de contribuir con estas estrategias, el grupo de Investigación TIGUM- ha desarrollado diferentes herramientas tecnológicas que permiten a los usuarios adquirir hábitos saludables mediante aplicaciones móviles para el autocuidado de la salud [8][9]. Para esta investigación los investigadores propone el diseño de una aplicación móvil que permita el registro de los alimentos consumidos y su valor en kilocalorías. Además esta aplicación calcula la tasa metabólica en reposo, el gasto energético y el índice de masa corporal.

1.1 Balance energético

El concepto de balance energético hace referencia entre lo que se consume y lo que se gasta. En el caso de la pérdida de peso se requiere un balance negativo [4]. Al obtener los datos de calorías consumidas y calorías gastadas, se puede hacer el cálculo del balance energético como la diferencia entre ellos como lo presenta la ecuación 1.

$$E_C = E_G \mp E_A \quad (1)$$

Dónde:

E_C : Energía Consumida
 E_G : Energía Gastada
 E_A : Energía Almacenada

1.2 Gasto energético

Se denomina gasto energético, al gasto que el cuerpo hace a diario, de acuerdo a las actividades realizadas por una persona. El cálculo de este considera el factor de actividad física, como una de las variables, como lo presenta la tabla 1.

Tabla 1. Factores para el cálculo del gasto energético. **Fuente:** Carbajal, A [10]

Hombre de 70Kg de peso realiza las siguientes actividades a lo largo de 1 día	
8 horas de sueño x 60 minutos x 70Kg x 0.018 =	604.8 Kcal
2 horas paseando x 60 minutos x 70Kg x 0.038 =	319.2 Kcal
2 horas comiendo x 60 minutos x 70Kg x 0.030 =	252 Kcal
8 horas trabajando sentado en la oficina x 60 minutos x 70Kg x 0.028 =	940.8 Kcal
1 hora destinada al aseo personal x 60 minutos x 70Kg x 0.050 =	210 Kcal
3 horas sentado leyendo x 60 minutos x 70Kg x 0.028 =	352.8 Kcal
Total: 24 horas Total de Kcal/día : 2680	

1.3 Tasa metabólica en reposo –TMR

La tasa metabólica en reposo -TMR corresponde a la energía gastada de un sujeto cuando se encuentran en reposo y están en una temperatura ambiente moderada [10]. Ver tabla 2.

Tabla 2. Cálculo tasa metabólica en reposo. **Fuente:** Carbajal, A [10].

Género	Tasa metabólica en reposo
Hombre	$TMR = 66 + (13.7 \times P \text{ (kg)}) + (5 \times T \text{ (cm)}) \times (6.8 \times \text{edad (años)})$
Mujer	$TMR = 655 + (9.6 \times P \text{ (kg)}) + (1.8 \times T \text{ (cm)}) \times (4.7 \times \text{edad (años)})$

P: peso T: talla

1.4 Índice de masa corporal –IMC

El parámetro de IMC se utiliza para juzgar la composición corporal, también es conocido como índice de Quetelet [11]. Este es un índice determina los niveles de adiposidad y también de obesidad, debido a que se relaciona con el porcentaje de grasa corporal (Excepto en deportistas) [10]. Donde $IMC = \text{Peso (Kg)} / \text{Talla}^2 \text{ (m)}$ [10]. La tabla 3 muestra la clasificación del IMC.

Tabla 3. Clasificación según índice de masa corporal. **Fuente:** Carbajal, A [10].

Clasificación por la OMS	IMC(kg/m ²)	Riesgo asociado a la Salud
Bajo Peso	<18.5	Aumentado
Peso Normal	18.5 – 24.9	Promedio
Sobrepeso	25 -29.9	Aumentado
Obesidad grado I Moderada	30 – 34.9	Aumentado moderado
Obesidad grado II o severa	35 – 39.9	Aumentado severo
Obesidad grado III o mórbida	>40	Aumentado muy severo

2 Materiales y Método

A continuación se presentan los materiales y método utilizados en esta investigación.

2.1 Materiales

Para el proceso de desarrollo y validación de la aplicación para el gasto energético fue necesario contar con los siguientes materiales: Un dispositivo móvil con un sistema operativo Android 4.4, un entorno de programación, compatible con Android y un gestor de bases de datos desarrollado bajo arquitectura SOA que hace parte del centro de Telesalud de la UMNG[12].

2.2 Método

Para el desarrollo de esta investigación los autores determinaron 3 fases: En la primera fase se analizó los índices de morbilidad. En el caso de la segunda fase, esta involucra todo el proceso de creación de la aplicación. Finalmente, la tercera fase plantea el desarrollo de pruebas y validación de los datos. Las fases descritas en la metodología se presentan en la figura 1.



Fig. 1. Metodología propuesta para la investigación. **Fuente:** Propia

2.3 Fase 1. Determinación de Variables de estudio y población Objetivo

Las variables medibles seleccionadas para el desarrollo de esta investigación fueron: el índice de masa corporal (IMC), la tasa metabólica en reposo, el gasto energético y el balance energético humano. La herramienta tecnológica propuesta en esta investigación, determino que es útil para su uso en pediátricos, es decir mayores de 3 años y personas adultos menores de 60 años.

2.4 Fase 2. Desarrollo de la aplicación móvil

El proceso de creación de la aplicación inicio con la selección de un entorno de programación, Se escogió el sistema operativo Android, debido su gran popularidad en los dispositivos de Latinoamérica y por sistema para programar “open source” Android Studio. Posteriormente se desarrolló una interfaz gráfica de la aplicación que se presenta en la figura 2, en donde el usuario puede seleccionar los siguientes grupos de alimentos: 1. Frutas y verduras (frutos secos, frutas frescas, en lata, verduras legumbres. 2. Cereales (pastas, cereales, tubérculos, panadería) 3. Otros (crema de untar, especias/hierbas, salsas) 4. Proteínas (vacuno, menudencias, carnes, cerdo, aves, embutido, caza, pescados y mariscos) 5. Grasas (aceite, aceite vegetal) 6. Platos (comida rápida, comidas, sopas) 7. Bebidas (sin alcohol, refrescos, cerveza, vino, con alcohol, zumo de fruta. 8. Lácteos (leche, queso, yogurt) 9. Dulces (dulces, helados, tortas).



Fig. 2. Interfaz Gráfica de la aplicación móvil. Fuente: Propia

Adicionalmente el usuario puede seleccionar de la categoría de alimentos generales un subgrupo y las porciones. Como se presentan en las figuras 3a y 3b.

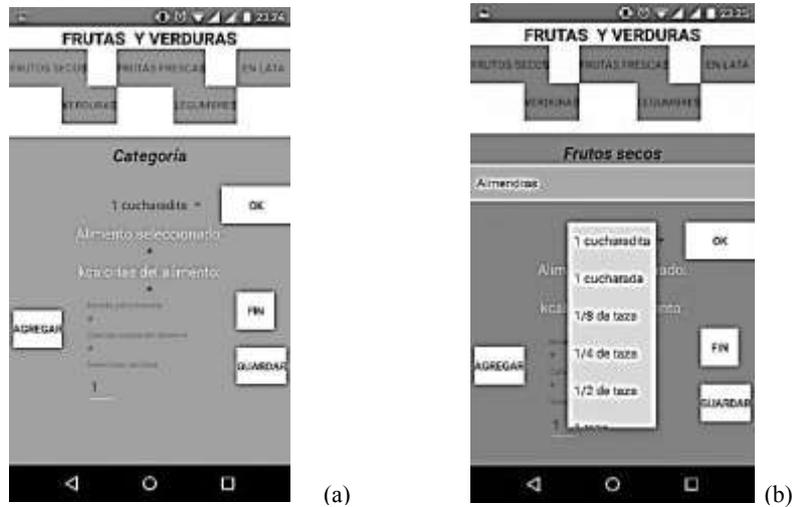


Fig. 3 (a) Subgrupo de alimentos **(b)** Selección de porciones. **Fuente:** Propia

Luego el usuario procede a ingresar los siguientes datos: nombre, peso en kg, edad, sexo, talla en metros y horas de sueño, horas paseando, horas trabajando, horas comiendo, horas para aseo personal y horas leyendo, como se presenta en la figuras 4a y 4b. Una vez ingresada esta información, se puede crear nuevos usuarios o actualizar los usuarios existentes. Posteriormente la aplicación calcula diferentes variables incluidas en la tabla 4.



Fig. 4 (a) Cargue de datos a la aplicación **(b)** Resumen del balance energético del usuario. **Fuente:** Propia.

3 Resultados

Para validar el adecuado funcionamiento de la aplicación móvil, se realizaron pruebas con un n=10 personas, en la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 4. Resultados de pruebas realizadas con la aplicación de balance energético. **Fuente:** Propia

Edad	Género	Talla	Gasto E	TMR	IMC	Balance	Peso	Calorías
20	m	1,7	3178	1876	28	-2175,5	80	1002,1
30	m	1,69	3034	1803	28	-1.458	80	1.575
35	f	1,5	2470	1336,5	27	-2.049	60	420
50	m	1,75	2604	1560	23	-1673,95	70	930,05
45	f	1,6	2520	1307,5	23	-1.384	60	1135,85
30	m	1,9	3560	1976,5	24	-1.769	85	1.790
25	f	1,7	2297	1419,5	21	-1.429	60	867
30	m	1,8	3060	1789,5	23	-2615,25	75	444,75
20	f	1,65	2496	1482	24	-735,3	65	1760,7
28	m	1,7	2671	1684,6	24	-7.834	70	1.887
28	m	1,7	2671	1684,6	24	-7.834	70	1.887

Una vez realizadas las pruebas a los pacientes con la aplicación móvil, se realizó un análisis matemático para cada una de las variables, lo que arrojó un error porcentual del 0,002%. Resultado que indica que la aplicación móvil puede ser utilizada para realizar procesos de diagnóstico del estado fisiológico y anatómico por parte del Profesional de la salud, ya que el uso cotidiano no ocasiona ningún tipo de patología que pueda afectar la salud del usuario.

4 Conclusiones

La aplicación móvil desarrollada por el grupo de Investigación TIGUM permite a los usuarios realizar un monitoreo constante de su alimentación y del gasto energético, debido a registra los alimentos consumidos y con base al gasto energético calcula el índice de balance energético.

Contribuye a que los usuarios mantengan un peso estable y minimicen el riesgo de presentar problemas de obesidad y/o sobrepeso.

Es importante resaltar que aunque los resultados obtenidos indicaron que este desarrollo facilita los procesos de diagnóstico del estado fisiológico y anatómico por parte del Profesional de la salud, este desarrollo tecnológico no puede controlar los múltiples los factores que pueden alterar el balance energético; como los son los elementos hormonales, nerviosos y genéticos, así como la edad, género y composición corporal, y factores ambientales asociados al momento de realizar la ingesta de alimentos [13].

Por tal motivo fue necesario ejecutar una validación médico-clínica por parte de un profesional de la salud, para garantizar la confiabilidad y la veracidad de los datos obtenidos.

La aplicación desarrollada tuvo el 98% de aceptabilidad en su usabilidad, el restante 2% anotó que la interfaz es pequeña y requiere de buena visión del usuario.

Reconocimientos. Los autores agradecen el apoyo y soporte financiero de la Universidad Militar Nueva Granada a través del proyecto PIC-ING-2235.

Referencias

1. Organización Mundial de la Salud (OMS): Enfermedades no transmisibles, Suiza, accedido 2016 diciembre 10. Disponible en: URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/es/>.
2. Organización Mundial de la Salud (OMS): Obesidad y sobrepeso, Suiza, accedido 2016 diciembre 10. Disponible en: URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>.
3. Martínez J. A., Moreno-Aliaga M. J., Marques-Lopes, I., Marti, A.: Causas de obesidad. Gobierno de Navarra, Departamento de Salud. Vol. 25, 17-27, (2002), Edición electrónica, 2016 (citado 10 diciembre 2016). Disponible en URL: <http://dadun.unav.edu/bitstream/10171/18784/1/SisSanNav2002%2825%29.pdf> Consultado: 10 de diciembre 2016.
4. Heymsfield S. B., Kim J. Y., Bhagat Y. A., et al.: Mobile Evaluation of Human Energy Balance and Weight Control: Potential for Future Developments, En 2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), IEEE, 8201–8204, (2015).
5. Moreno G. M.: Definición y clasificación de la obesidad, Revista Médica Clínica Las Condes, Vol. 23(2), 124–128, (2012).
6. Jovanov E., Member S., Sazonov E., Member S., Poon C., Member S.: Sensors and Systems for Obesity Care and Research, Vol. 35487, 3188–3191, (2014).
7. Lyles C.R., Schillinger D., Piette J.D.: Applying Interactive Mobile Health (mHealth) Technologies for Vulnerable Populations, Nueva York, McGraw-Hill Education (2ED), 1–21, (2016).
8. López, L. J., Álvarez, D. A.: SMCa: Sistema de Monitoreo Móvil Cardíaco. Ciencia y Poder Aéreo, Vol. 8(1), 91-96, (2013).
9. Álvarez, D. A., López, L. J. R.: AcTIV: Herramienta móvil para la medición del gasto de energía. Proceeding II Encuentro De Tecnología E Ingeniería & X Simposio Internacional En Energías, 76, (2014)
10. Carbajal, A.: Manual de nutrición y dietética. Universidad Complutense de Madrid, (Madrid), 2013.
11. Rodríguez, G., Moreno, L., Sarría, A.: Sobre el índice de Quetelet y obesidad. Revista Española de Obesidad, Vol.8 (1), 34-40, (2010).
12. Ramírez, L., Ubaque, J. Guillen, E.: Servicio de Tediagnóstico basado en Arquitectura-Orientada a Servicios (AOS).J.ind. neo-technol, Vol. 2(2), 54-61 (2015).
13. Jorquera A. C., Cancino L. J.: Ejercicio, Obesidad y Síndrome Metabólico, Revista Médica Clínica Las Condes, Vol. 23(3), 227–235, (2012).