



**tono**  
Revista Científico-Técnica

Publicación Semestral  
**Vol.15 - No. 1 - 2019**

**RNPS: 0514 ISSN: 1813-5056**

**Tono**, Revista Científico-Técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, S.A.

Las opiniones de los autores expresadas en los artículos reflejan sus puntos de vista, pero no necesariamente coinciden con los criterios del consejo editorial.



Portada: Marcel Mazorra Martínez

Los artículos en esta publicación han sido sometidos a revisión por pares a doble ciego.

## CONSEJO EDITORIAL

### Director/a de la revista

MSc. Grisel Ojeda Amador

### Editor(a) ejecutivo

Lic. Alena Bastos Baños

### Editor(a) de sección

Lic. Evelyn Marbot Díaz

### Traducción

Lic. Lena María Cue Morales

Lic. Frans Carlos Castellanos Caballero

### Diseño y Maquetación

Di. Marcel Mazorra Martínez

### Asistencia Técnica y Programación

Lic. Alina Martínez Reyes

### Revisión de datos

MSc. Alejandra Alpízar Carracedo

Ing. Dennis Meriño Menadier

**Impresión:** Palcograf

---

## COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

MSc. Melissa Saltiel Delgado

MSc. Mirta Julieta García García

MSc. María del Pilar Caso Álvarez

Ing. José Andrés de León Galbán

---

## REVISORES

MSc. Mirta Julieta García García, ETECSA

MSc. José A. de León Galbán, ETECSA

Ing. Belkis de la Caridad Leyva Fuentes, ETECSA

Ing. Fidel Remberto Mirabal Puig, ETECSA

MSc. Denys Buedo Hidalgo, UCI

Dr.Sc. Felix Álvarez Paliza, UCLV

Dr.Sc. Walter Baluja García, CUJAE

Dr.Sc. José Raúl Vento Álvarez, UPR

MSc. Mayerlin Yondell Apud Sánchez, ETECSA

MSc. Alberto Javier García García, ETECSA

Ing. Joel Pérez Hernández, ETECSA

Ing. Martín Jodar Velázquez, ETECSA

---

## CONTÁCTENOS

### Dirección de Información y Vigilancia Estratégica de ETECSA

Dirección: Centro de Negocios Miramar, calle 3ra,  
e/ 76 y 78, Edificio Beijing, 4to Piso, oficina 404.  
Playa, C.P.: 11300. La Habana, Cuba.

Teléfono : (53) 7266-8453

Correo electrónico: [tono@etecsa.cu](mailto:tono@etecsa.cu)

Sitio web: [www.revistatonoetecsa.cu](http://www.revistatonoetecsa.cu)



# INNOVACION

# A tono

15 años a **fono** 2004-2019

REVISTA CIENTÍFICO-TÉCNICA DE LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE CUBA S.A.

# SUMARIO

## EDITORIAL

- 4** ENTREVISTA AL CONSEJO EDITORIAL DE LA REVISTA CIENTÍFICO-TÉCNICA  
TONO EN SU ANIVERSARIO XV

## COLABORACIÓN

- 6** TRANSFORMACIÓN DIGITAL  
DIGITAL TRANSFORMATION  
Rosario Villeri, Telecom Italia

## INVESTIGACIÓN

- 10** METODOLOGÍA PARA LA CONVERGENCIA IMS DE LA RED MÓVIL Y FIJA Y LA  
CREACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE SERVICIOS UNIFICADOS EN CUBA  
METHODOLOGY FOR THE IMS CONVERGENCE OF FIXED/MOBILE NETWORKS  
AND THE CREATION OF A UNIFIED SERVICES PLATFORM IN CUBA

Elbert Mesa Rodríguez

- 27** BIG DATA Y GESTIÓN EMPRESARIAL  
BIG DATA AND BUSINESS MANAGEMENT  
Carmen Alonso Varona, Ing. David Ferreiro Piñeiro

- 33** PROCEDIMIENTO PARA OFRECER SERVICIOS M2M POR PARTE DE UNA  
EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES  
PROCEDURE TO OFFER M2M SERVICES BY A TELECOM ENTERPRISE  
Beatriz Alba Toledo, Adriadny Martínez Hernández, Liz Gámez Picó,  
Caridad Anías Calderón

- 43** PLATAFORMA IOT PARA EL MONITOREO Y CONTROL REMOTO DE ESTACIONES  
NO ATENDIDAS EMPLEANDO ARDUINO+GSM  
IOT PLATFORM TO MONITOR AND REMOTELY CONTROL STANDALONE  
STATIONS BY USING ARDUINO+GSM  
Dioen Biosca Rojas, José Ignacio Yera Pompa, Rainer Léster Ruiz Delgado

- 54** PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE INTERNET DE LAS COSAS  
PROCEDURE TO IMPLEMENT INTERNET OF THINGS  
Marlys Clemente Oliva, David Benítez Machado, Caridad Anías Calderón, Enzo Regalado Popa

- 66** ARQUITECTURA DATA WAREHOUSING PARA LA OPERACIÓN DE LOS  
SERVICIOS DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN DE ETECSA  
DATA WAREHOUSING ARCHITECTURE FOR THE OPERATION OF THE INFORMATION  
TECHNOLOGIES SERVICES IN ETECSA  
Dariel Pérez Ferrer, Alexander Gómez Betancourt, Rafael E. Mazaira  
Fernández, Lindsay Alonso Gómez Beltrán

## Entrevista al Consejo Editorial de la Revista Científico-Técnica Tono de la Dirección de Información y Vigilancia Estratégica de la Vicepresidencia de Estrategia de Negocios y Tecnologías (VPEN) en su Aniversario XV

Por: MSc. María del Carmen Betancourt Iriarte

En 2004 nace la Revista hoy Científico-Técnica Tono de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. (ETECSA), enfocada a publicar la producción intelectual, científica y tecnológica del Sector de las Telecomunicaciones.

### ¿Cómo ha sido la evolución de Tono, desde el comienzo hasta los últimos años de vida de la publicación?

Desde los inicios Tono tuvo como objetivo fundamental la creación de un espacio imprescindible para el intercambio de conocimientos y experiencias no solo en el Sector de las Telecomunicaciones, sino también en el de la Informática y los temas de la Empresa Moderna.

A 15 años de su número 0 La arrancada, Tono continúa con aquella premisa, y ha logrado a lo largo de todo este tiempo y fundamentalmente en los últimos 5 años, consolidar sus contenidos en el entorno actual cubano de divulgación de la ciencia. En este sentido, la revista ha estado inmersa en un proceso de cambios que tributan al logro de una mejor visibilidad y posicionamiento de esta dentro del mundo académico, investigativo y científico, tanto a nivel nacional como extranjero. Su diseño, interior como de cubierta, la Política Editorial que rige la publicación, la selección del tipo de contribución que aceptará la revista, entre otros, han sido los principales aspectos que han evolucionado en función de entregar a nuestros lectores un producto cada vez más acorde a sus intereses y a la época de informatización y desarrollo en la que estamos inmersos.

**Tono, arriba a la edad de 15 años, definitivamente una edad para lucir las mejores galas. En esta nueva etapa la publicación reaparece con un nuevo diseño ¿Cómo ha asumido este reto desde la edición?**

Desde el año 2015 el Consejo Editorial de la Revista Científico-Técnica Tono, con vistas a lograr un mejor producto se propuso realizar cambios tanto de visualidad como de contenido, que respondieran a los estándares establecidos para las publicaciones científicas. Es así, que en el año 2018, bajo el asesoramiento de especialistas de la Dirección de Servicios de Información y Publicaciones del Instituto de Información Científica y Tecnológica (IDICT), Tono alcanza el sello CITMA, categoría ofrecida por el Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente, mediante el sistema de Certificación de las Publicaciones Seriadadas Científico-Tecnológicas. Con esta certificación se acredita la revista en todo el territorio nacional lo que contribuye a su homologación internacional y a su posicionamiento como publicación científica. Consecuentes con esto las contribuciones de los autores deben atravesar un proceso aún más riguroso, desde la aceptación teniendo en cuenta la originalidad de los trabajos; las evaluaciones por parte de los árbitros también conocida como Revisión por Pares, donde además de respetarse la paridad científica y los plazos de revisión es realizada a Doble Ciego (ninguna de las partes involucradas conoce a la otra); la edición de sección y los procesos de retroalimentación con los autores; la calidad y reconstrucción de imágenes, tablas y figuras; hasta el respeto y solución de conflictos de intereses explícitos en el Nuevo Código de Ética de la publicación.

**Asistimos a un mundo con un nuevo tipo de socialización que lleva a compartir información, conocimiento, criterios especializados y donde las redes sociales ejercen gran influencia en la audiencia online de las publicaciones ¿De qué modo se inserta Tono en este escenario?**

Justamente, dada esta necesidad de atemperarse a las demandas tecnológicas y de información de los tiempos que corren, desde el año 2014 Tono cuenta con su versión digital. En sus inicios el sitio fue lanzado sobre Drupal, sistema de gestión de contenidos o CMS, libre, modular, multipropósito y personalizable. Actualmente esta versión digital se encuentra en un proceso de migración a la Plataforma de código abierto Open Journal System (OJS) que le permitirá a Tono un mayor alcance en la difusión de los contenidos e investigaciones recogidos en cada número de la Revista. Asimismo como proyección se encuentra la creación de Perfiles en redes sociales, no solo en aquellas convencionales o más conocidas, sino en otras donde las publicaciones y grupos científicos de comunidades más especializadas, encuentran espacios idóneos para el debate investigativo, innovación y colaboraciones.

**¿Qué indicador mide Tono para lograr la eficiencia y calidad de sus artículos?**

Desde sus inicios la publicación contó con un Consejo Técnico Asesor, integrado por especialistas de los diferentes temas tratados y que avalaban los trabajos publicados en cada número.

A partir de su certificación como Publicación Seriada Científico-Tecnológica, el Consejo Editorial de Tono cuenta con un grupo de expertos tanto nacionales como extranjeros en las temáticas abordadas en la Revista, que realizan la Revisión por Pares de cada colaboración recibida en la Redacción. Esta condición evita la endogamia editorial y con esto la implementación de un filtro más complejo y heterogéneo. Con este proceso, comúnmente utilizado en las publicaciones científicas, se garantiza que los artículos propuestos en cada número cumplan con los estándares requeridos para estos fines. Entre los elementos esenciales se encuentran la originalidad de cada contribución; que muestre un resultado de investigación inédito; presentar las citas y reconocer adecuadamente la propiedad intelectual de otros autores; respetar las Normas de Publicación pautadas por Tono, entre otros

que garantizan ese espacio legal y seguro para la producción intelectual, científico y tecnológica, tal y como se propone la revista entre sus objetivos principales.

**Esta revista se ha destacado por su trabajo editorial ¿Qué logros significativos ha alcanzado?**

La razón de ser fundamental de Tono ha sido lograr una mayor divulgación del conocimiento científico dentro y fuera de nuestra Empresa, así como el posicionamiento de la misma en el entorno académico-investigativo actual. Y es, precisamente en función de esto, que ha estado dirigido el trabajo editorial de la publicación, siempre con vistas a su actualización acorde al ritmo que las nuevas tecnologías de la información han impuesto. El primer logro es el reconocimiento por parte de los autores del rigor en todo el proceso y la buena comunicación del Consejo Editorial para con ellos, hecho que nos satisface plenamente. Por otro lado está la indexación en las Bases de Datos EBSCO y LatIndex, logro que fue en su momento el primer paso hacia una mayor visibilidad internacional, promoción del trabajo de los autores e identificación de pares revisores. En este mismo sentido tras la migración hacia el OJS la revista se postula para su indexación en las Bases de Datos Inspec, DOAJ y Redalyc; aspecto que avala y potencia, el desarrollo de la comunidad científica a la que va dirigida Tono. Asimismo a partir de posicionarnos en estas Bases de Datos podrán llevarse a cabo estudios de Factor de Impacto, que tributen al mejoramiento continuo de la publicación.

**Finalmente, un deseo para el futuro de Tono.**

Aunque la publicación, como producto editorial, cada día y con el trabajo cotidiano vaya logrando las metas propuestas; aunque vaya sorteando las situaciones que, situados también en el contexto social e histórico de nuestro país, es inevitable nos alcancen; el mayor deseo siempre será que los lectores, autores, investigadores y comunidad en general a la que va dirigida la revista, reconozca a la publicación como entidad o autoridad veraz y actual en el ciclo de la comunicación científica en el ámbito en el que trabajamos; que se mantenga la confianza en la profesionalidad del equipo que es responsable por cada número; y que las contribuciones que allí se publiquen legitimen el avance científico, la colaboración y la innovación.

# Transformación digital

## Digital Transformation

Rosario Villeri, Telecom Italia

Recibido: 11/2018 | Aceptado: 02/2019

### PALABRAS CLAVE

Transformación digital  
Tecnologías de Información

### RESUMEN

La entrada de nuevos competidores, principalmente los OTT, ha obligado a los operadores tradicionales de telecomunicaciones a considerar nuevas formas de permanecer atractivos en el mercado para los consumidores y clientes empresariales. En este artículo se evidencia cómo la Transformación Digital, con el uso de las nuevas tecnologías digitales, se erige como un elemento esencial para la confección de nuevos servicios, productos y modelos de ingresos, que respondan favorablemente a este nuevo entorno.

### KEYWORDS

Digital transformation  
Information Technologies

### ABSTRACT

The entry of new players, mainly OTTs, has made traditional telecom carriers to consider new ways of still being attractive in the market for both users and business customers. This paper shows how the Digital Transformation, with the usage of new digital technologies, becomes a significant element to develop new services, products and revenue models in favor of this new environment.

El panorama global de la industria de las telecomunicaciones está cambiando más rápido que nunca.

La entrada de nuevos competidores, ante todo los OTT, está obligando a los operadores a considerar nuevas formas de permanecer atractivos en el mercado para consumidores y clientes empresariales.

Es indispensable explorar nuevos modelos de negocio, que enmarcan perfectamente el problema de la 5G y las integraciones relacionadas con los ecosistemas que hasta hace poco eran impensables (mundo IoT) para la creación de una nueva gama de servicios de alto valor.

Entre los fundamentales desafíos que cada operador se ve obligado a enfrentar, uno de los principales es el uso cada vez mayor del tráfico de datos por parte de los clientes, no seguido por un aumento proporcional en los ingresos promedio por usuario. Por lo tanto, las empresas se ven obligadas a transformar la experiencia del cliente, sus redes, sus TI y su forma de trabajar.

En este contexto, la Transformación Digital se erige como un elemento habilitador para la confección de nuevos servicios, productos y modelos de ingresos. El uso de las tecnologías digitales hace posible resaltar las dos fortalezas principales de los actores del sector para un uso nuevo y rentable: la infraestructura y el gran número de clientes.

Una estrategia para aumentar la rentabilidad podría ser incrementar los ingresos generados por los clientes individuales y reducir el costo de la relación con ellos durante su ciclo de vida. Al usar las nuevas tecnologías digitales (por ejemplo, Big Data, Analytics o Social Media) es posible reducir los costos de comunicación e interacción con el cliente.

El rendimiento rara vez se puede atribuir a un solo factor. Por ejemplo, para una empresa de telecomunicaciones, los resultados financieros están influenciados por las inversiones, la productividad, la gestión de la complejidad y las estrategias regulatorias y de



clientes, por nombrar solo algunas. Pero un factor particularmente poderoso es ciertamente la centralidad en el cliente. Al trabajar en la simplificación y mejora de las interacciones entre la empresa y el cliente, hay un doble retorno, en términos de una mejor experiencia para el cliente y una significativa eficiencia en los costos para la empresa.

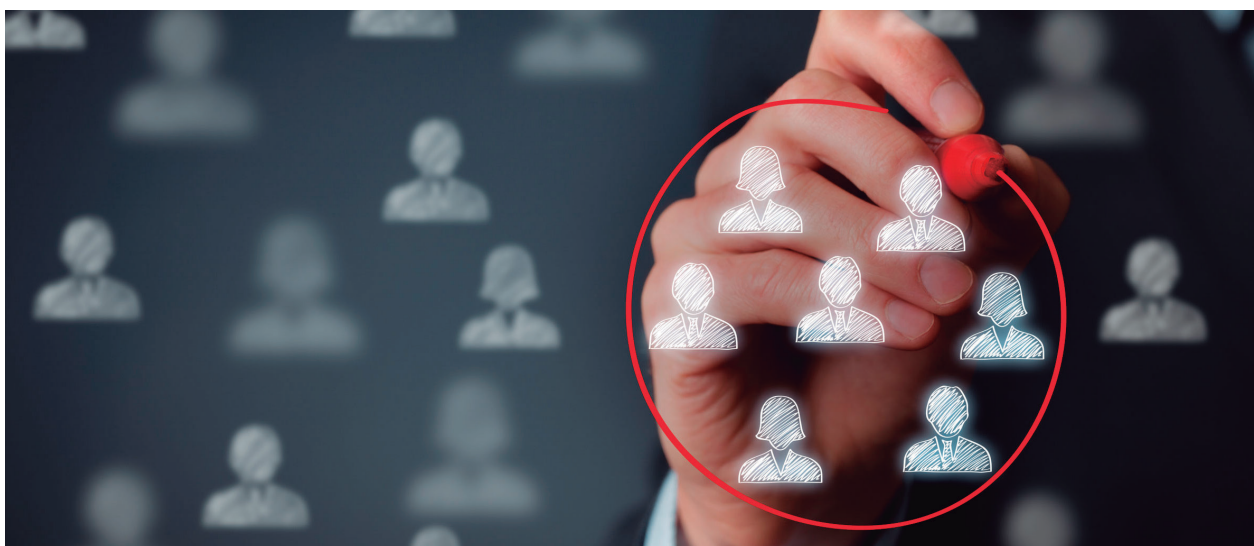
Lo digitalización es un poderosísimo medio para optimizar la experiencia del cliente. El uso de APP en autoservicio, la implementación de chatbots guiados por la inteligencia artificial son solo algunas de las herramientas que permiten a las empresas concentrar la intervención humana en las interacciones con un mayor valor agregado.

La centralidad en el cliente también hace posible facilitar un enfoque más específico en las inversiones.

En lugar de utilizar el enfoque tradicional (insostenible) de tratar de construir todo para todos, los operadores pueden dirigirse a segmentos clave de los clientes y sus necesidades y ampliar las redes de una manera más selectiva y diferenciada. Los análisis avanzados desempeñan un papel clave para ayudar a las empresas a identificar patrones y comprender lo que realmente le importa al cliente.

Gracias a la visibilidad otorgada a la parte de las operaciones por la analítica avanzada, las compañías de telecomunicaciones pueden simplificar los procesos, asignar recursos a áreas de mayor valor y reducir costos al mantener o mejorar el nivel de servicio.

En este sentido, el rediseño de los procesos operativos merece especial atención. Cuando hablamos de digitalización interna nos referimos al uso de las



tecnologías más innovadoras para simplificar los procesos de negocios, aumentar la calidad del servicio y la producción al mejorar la eficiencia.

La necesidad de agilidad en las operaciones es evidente dentro de las compañías de telecomunicaciones bajo diferentes facetas. Para empezar, ya no es posible competir con las carteras de productos estandarizados. Los servicios personalizados y concurrentes entregados de manera personalizada son cada vez más necesarios con el objetivo de satisfacer el mayor número de micro necesidades de los diferentes tipos de clientes.

Junto con esta evolución de productos y servicios, existe la necesidad de reinventar los diversos puntos de contacto para los clientes. La presión radica en la búsqueda de una mejora continua de la experiencia a través de los diversos canales, lo que requiere que el cliente se involucre en una experiencia sin la solución de canal cruzado sin interrupciones.

El creciente número de dispositivos conectados a la red conlleva la necesidad de una expansión continua de la infraestructura y la administración de un gran volumen de datos, con el consiguiente aumento de la complejidad y los sistemas cada vez menos capaces de procesar la información de manera oportuna, lo cual es esencial para adaptarse dinámicamente a la demanda. En una perspectiva diferente, el cliente ve el valor potencial de lo que se ofrece y desea participar directamente en el proceso (personalización) para hacer la experiencia más rica, más fácil y más completa.

El primer paso para una correcta gestión de los datos es la intervención de los procesos y las tecnologías para respaldar la adquisición y el almacenamiento de estos, y luego prepararlos y recuperarlos durante la fase de análisis. El segundo paso se refiere a las técni-

cas analíticas que permiten obtener información inteligente de Big Data.

A diferencia de los sistemas de administración de datos tradicionales, las tecnologías de Big Data permiten crear información en tiempo real. En consecuencia, para obtener un beneficio real de esta enorme cantidad de datos, es necesaria la interacción de múltiples tecnologías y capacidades para el almacenamiento, análisis e interpretación. A través de estas herramientas, las empresas de telecomunicaciones tienen información valiosa disponible para aprovechar las campañas de marketing, reducir los costos de comunicación con el cliente, optimizar los flujos operativos y lograr una mejor calidad de interacción con el cliente aprovechando las oportunidades de personalización.

Hasta la fecha, la mayoría de los sistemas de TI de las empresas de telecomunicaciones están estructurados verticalmente y se basan en servicios (por ejemplo, líneas fijas o líneas móviles) muy a menudo como resultado de fusiones o adquisiciones. Esto significa que hay una arquitectura independiente para cada servicio que consiste en un Extremo Delantero (ED) y un Extremo Trasero (ET). Para proporcionar al cliente datos e información relevantes, el ED debe tener acceso al ET. Tener sistemas puramente verticales significa limitar el nivel de agilidad de la organización al evitar que use sus propios recursos para reaccionar rápidamente a los cambios requeridos por el entorno competitivo.

Precisamente para acelerar la disrupción de los modelos de negocios existentes, cada vez más operadores intentan explotar la colaboración con el mundo de las nuevas empresas. Para hacer esto, se requiere un cambio de mentalidad fundamental, tanto en términos de operaciones como de gobierno.





La innovación abierta, entendida como un paradigma en el que las empresas colaboran con partes externas como portadoras de innovación y creación, es una tendencia creciente. Los operadores de telecomunicaciones han sido afectados por el poder de las nuevas empresas que han amenazado su negocio principal en la última década. Solo considere el impacto que han tenido WhatsApp e Instagram, que han repensado cómo intercambiar mensajes de texto e imágenes utilizando las mismas plataformas que los proveedores tradicionales no han podido utilizar de manera interoperable.

Es evidente que la innovación cerrada ya no es suficiente: por un lado, el conocimiento y el talento viajan a una velocidad cada vez mayor debido a las redes y la facilidad de los viajes, por lo que se ha vuelto más difícil mantenerlos en la compañía de por vida. Por otro lado, los mercados de capital también han comenzado a concentrarse en compañías basadas en modelos de negocios y enfoques completamente nuevos y disruptivos en comparación con el pasado.

Por un lado, las grandes empresas necesitan innovación y, por este motivo, recurren a empresas jóvenes. Por otro lado, las empresas jóvenes necesitan un entorno de protección que sirva como incubadora para crecer bien y fortalecerse.

Dicho proceso también permite un tiempo de comercialización más rápido, o un tiempo más corto para

pasar de la fase de diseño del producto/servicio a su introducción en el mercado.

Según este esquema, es más competitivo, no quién produce las mejores innovaciones internas, sino quién puede crear productos y servicios innovadores al modular mejor lo que proviene del interior y lo que se puede obtener de los jugadores fuera del perímetro de la empresa.

Hay varias formas en que las empresas pueden llevar a cabo estrategias de innovación abierta. Por ejemplo, acuerdos entre compañías, es decir, una compañía le da la tarea a otra más pequeña de crear innovaciones específicas o elaborar productos específicos; el compromiso de invertir en competiciones entre nuevas empresas, directa o indirectamente, que han desarrollado las innovaciones más prometedoras; los hackathons, que son las competencias de programación para las cuales las empresas piden a los desarrolladores e innovadores que inventen soluciones digitales innovadoras en 24 horas en un sector determinado; la adquisición de nuevas empresas innovadoras para integrar el talento digital en su empresa y obtener algunas de las principales innovaciones creadas por este; la creación de aceleradores de nuevas empresas gestionados por grandes empresas; el intercambio de ideas innovadoras, también de acuerdo con la filosofía de la Comunidad de Innovación, a través de eventos de redes y talleres de Innovación; asociaciones con universidades, centros de investigación e incubadoras para hacer innovación abierta en temas específicos.



# Metodología para la Convergencia IMS de la Red Móvil y Fija y la creación de una Plataforma de Servicios Unificados en Cuba

Methodology for the IMS Convergence of Fixed/Mobile Networks and the creation of a Unified Services Platform in Cuba

MSc. Elbert Mesa Rodríguez 1

Recibido: 11/2018 | Aceptado: 04/2019

## PALABRAS CLAVE

IMS  
IPTV  
OTT  
Convergencia

## RESUMEN

En este trabajo se brinda una metodología para el diseño y funcionamiento de una Nueva Plataforma sobre IMS —*IP Multimedia Subsystem*— que permita lograr la convergencia fijo-móvil dentro de la Red de Telecomunicaciones, creándose las bases para el establecimiento de los servicios unificados en Cuba. Para esto se definen los cambios funcionales que se necesitan realizar en el “core” NGN-IMS —*Next Generation Networks*— —*IP Multimedia Subsystem*— y en el “core” de la Red Móvil, así como las características de la nueva Plataforma denominada en la metodología como ETECSA OTT —*Over The Top*—, que posibilite hacer frente al nuevo escenario de competencia que los Operadores OTT Internacionales comienzan a imponer a partir del desarrollo masivo de la banda ancha en Cuba. Para ello se plantea un cambio de ecosistema en la Red y una transformación futura en el modelo de negocio existente, que permita hacer un uso eficiente de la nueva cadena de valor presente en el mercado. Con este objetivo se propone una metodología de integración que, a partir de las premisas del uso racional de las inversiones realizadas, posibilite disminuir los costos de CAPEX —*Capital Expenditures*— y OPEX —*Operational Expenditure*— de la Operadora y al mismo tiempo combinar los beneficios de las nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones para desarrollar tanto la telefonía (fija – móvil) como el resto de los servicios de banda ancha en Cuba.

## KEYWORDS

IMS  
IPTV  
OTT  
Convergence

## ABSTRACT

This article provides a methodology for the design and operation of a New Platform over IMS —*IP Multimedia Subsystem*— that allows attaining the fixed-mobile convergence within the Telecommunications Network, laying the foundations for the establishment of the unified services in Cuba. For this purpose, the author defines herein the functional changes needed to be made in the “core” of the Next Generation Network-IP Multimedia Subsystem (NGN-IMS) and the “core” of the Mobile Network are defined, as well as the characteristics of the new Platform referred to in the methodology as ETECSA OTT —*Over The Top*— which enables to tackle the new competitive scenario now imposed by International OTT Operators from the massive broadband development in Cuba. With this purpose, this paper explains an

1 Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. La Habana, Cuba. elbert.mesa@etecsa.cu

ecosystem changing within the Network and a future transformation in the existing business model which allows an efficient use of the new value chain on the market. For that purpose, the author suggests an integration methodology that, on the basis of the premises of rational use of the investments made, enables to cut the Operator's CAPEX (Capital Expenditures) and OPEX (Operational Expenditures) costs and, at the same time, combine the benefits of the new Information and Communications Technologies (ICT) to develop both the (fixed-mobile) telephony and the remaining "broadband" services in Cuba.

## Introducción

A partir de la apertura de la banda ancha sobre WiFi en Cuba los usuarios nacionales comenzaron a tener acceso al servicio de Internet desde los distintos lugares habilitados para el servicio. Como puede observarse en la figura 1 un gran número de usuarios utiliza el servicio de banda ancha WiFi, para realizar llamadas de VoIP —Voice Over Internet Protocol— utilizando la red de acceso de ETECSA y el servicio de voz y video que ofrecen las Plataformas de Operadores OTT —Over the Top— que operan en Internet (ejemplo servicio de video-llamada del operador OTT, IMO y Whatsapp). Este tipo de servicio de voz y video provoca que el usuario deje de acceder a los servicios tradicionales de voz ofrecidos sobre TDM —Time Division Multiple—, por lo que la Operadora comienza a recibir una disminución de ganancias en cuanto al establecimiento de llamadas internacionales que con anterioridad eran realizadas sobre conmutación de circuitos con amplio margen de ingreso.

En la figura 2 se muestra cómo el escenario cambia con la apertura de la banda ancha móvil a través del despliegue del servicio 3G en el territorio nacional. En este caso las posibilidades de establecimiento de llamadas a través de VoIP con Operadores OTT aumenta radicalmente, ya que si en el escenario actual WiFi

las llamadas solo se realizan de manera saliente, en el escenario 3G las llamadas podrán ser establecidas de manera saliente y entrante porque los usuarios 3G estarán en el modo conocido como "always-on". Además estos nuevos usuarios VoIP-3G podrán establecer conexiones no solo con usuarios internacionales sino que también entre ellos mismos, reduciéndose a un mínimo las llamadas establecidas sobre el dominio circuito de la red nacional, con el consecuente decremento de ingresos potenciales tanto en las operaciones fijas como móviles.

Esta crítica situación, a presentarse en un futuro próximo, es muy parecida a las circunstancias en la que estaban los operadores internacionales TELCO —Telephone Company— una década atrás, cuando se inició el conflicto conocido como TELCO vs OTT donde las TELCO comenzaron a ver a los operadores OTT como una amenaza, ya que el mayor número de inversiones sobre la red para mantener a los usuarios conectados salían de las TELCOs y los operadores OTT con inversiones mínimas lograban tener ganancias multimillonarias al llevarse con ellos a un gran número de usuarios.

En la figura 3 se muestran los principales operadores OTT existentes en el mundo y el predominio de algunos de ellos a nivel regional.

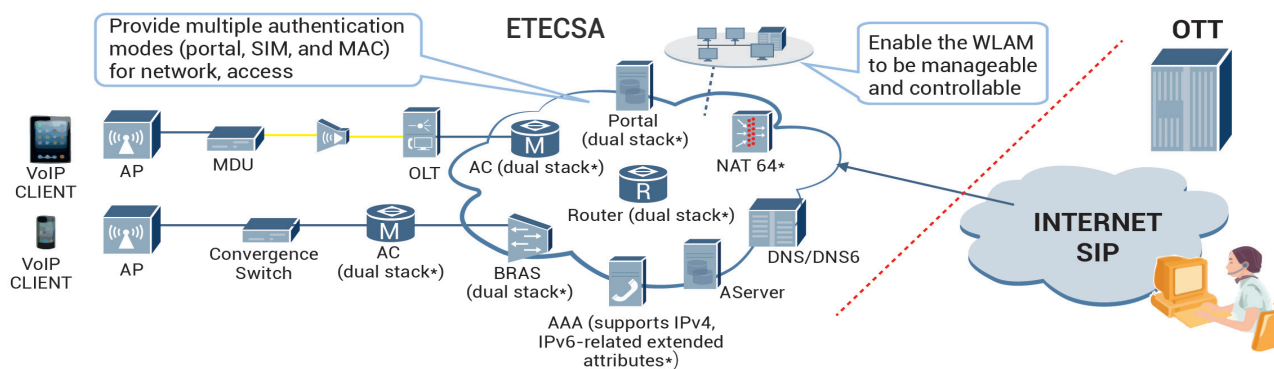
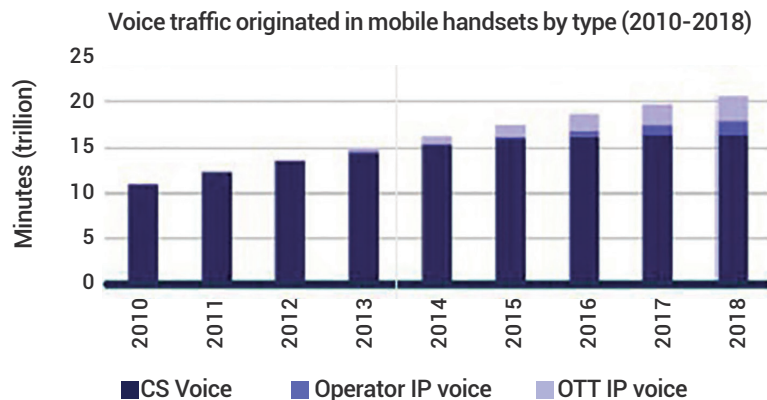


Figura 1. Servicio WiFi



La primera reacción asumida ante esta situación fue el bloqueo de los servicios OTT. Este tipo de estrategia es cada vez menos utilizada, ya que viola el “*principio de neutralidad*” de la red. Por lo que actualmente la mayoría de los operadores TELCOs utiliza la estrategia de asociación con los OTT de manera que pueden compartir las ganancias a partir de marco, legales.

En el caso de Cuba, no se podría implementar esta estrategia de asociación



Source: Analysis Mason, 'OTT communication services worldwide: forecast 2013-2018'

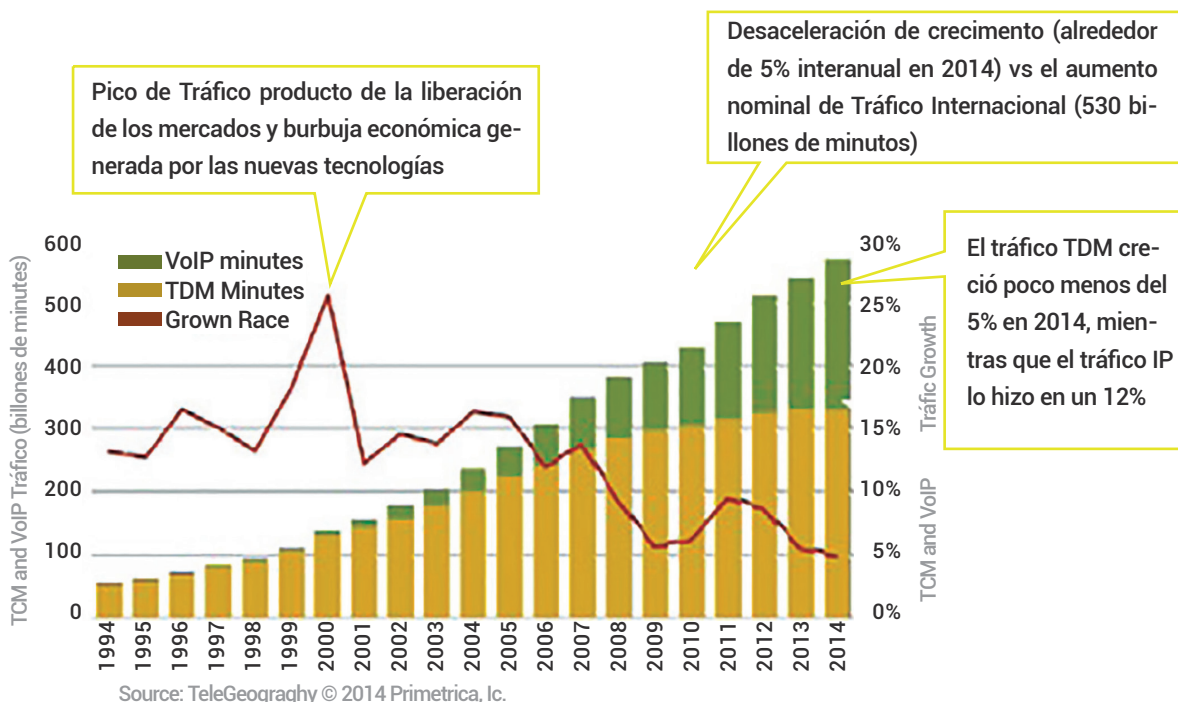


Figura 4. Tráfico Voip OTT vs Tráfico voz TDM TELCO

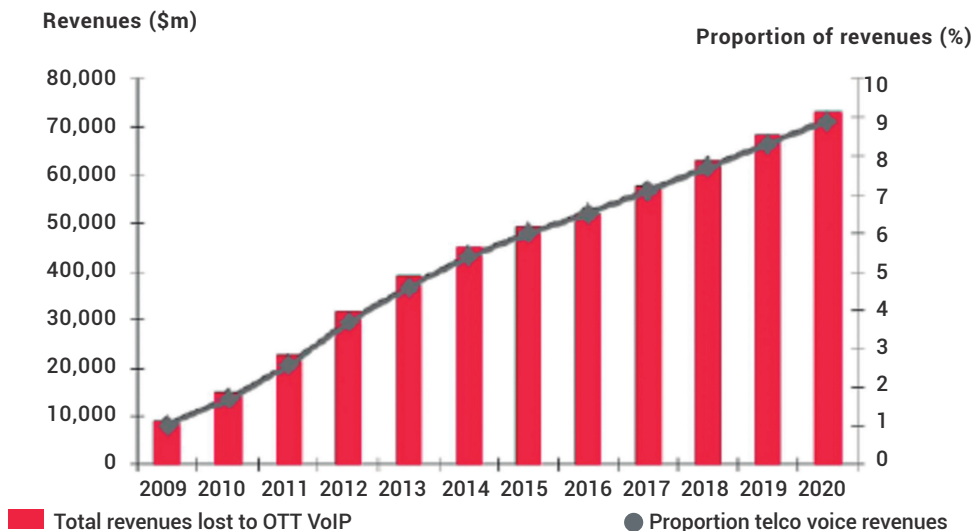


Figura 5. Pérdidas globales por disminución de tráfico de voz en las TELCOs 2009-2020

Foco Estratégico	Bloquear los servicios OTT	Cobrar a los OTT por el uso de la red	Asociarse con otros OTT	Ofrecer sus propios "Servicios OTT"	Ofrecer "servicios integrados avanzados"
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boquear ciertos servicios OTT para asegurar ingresos</li> <li>• Hacer los servicios OTT indisponibles o no atractivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monetizar el tráfico OTT</li> <li>• Cambiar el paradigma de "el contenido es el rey" a "el acceso al consumidor final es el rey"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contener a los OTT</li> <li>• Complementar su propio portafolio</li> <li>• Asegurar segmentos de alto valor con servicios diferenciados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconstruir el portafolio OTT</li> <li>• Integrar los servicios OTT en un paquete</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar revenue de segmentos de altos valor</li> </ul>

Figura 6. Estrategias de las TELCOS en la batalla contra las OTT

ya que resulta muy difícil, porque las condiciones del bloqueo afectan cualquier tipo de colaboración económica entre estas compañías y la operadora cubana ETECSA, por tanto se propone la unificación de las dos últimas estrategias, de manera que ETECSA tenga posibilidades de ofrecer sus propios servicios OTT diseñados a partir de la plataforma IMS que permita servicios integrados avanzados y lograr la convergencia futura fijo-móvil permitiendo de esta manera alcanzar una eficiente disminución de los costos CAPEX y OPEX para enfrentar adecuadamente las nuevas condiciones del escenario cubano.

### Materiales y métodos

Para esta investigación se empleó el método de análisis documental en cuanto al tema de la integración de las redes de Telecomunicaciones. Asimismo fue empleado el método analítico-sintético, en lo que respecta a la realización del estudio bibliográfico y determinar los aspectos fundamentales de la integración IMS, en las redes fija y móvil, sus parámetros fundamentales para el planeamiento y despliegue. Además se utilizó el método inductivo deductivo con peso alto la variable: estudio de casos de implementación de integración para redes de banda ancha móvil y fija así como los escenarios de despliegue.

### Resultados y discusión

#### Creación de una nueva plataforma ETECSA OTT

Con el objetivo de lograr los resultados propuestos, se recomienda incorporar en la red existente una

nueva plataforma soportada con tecnología IMS que por motivos metodológicos llamaremos ETECSA OTT. En la figura 7 se muestra la ubicación general de la misma dentro de la red de ETECSA.

Con vistas a garantizar la interoperabilidad de los servicios se recomienda que la nueva plataforma sea soportada completamente en la arquitectura IMS ya que como se observa en la figura 8, es precisamente IMS la tecnología que permite al operador de telecomunicaciones usar dentro de su red el paradigma típico de Internet (Camarillo y García-Martín 2010). De manera tal, que al realizar el despliegue de los nuevos servicios "broadband" se pueda contar siempre con el "ambiente de servicio" adecuado que permita la integración armónica de la Telefonía, la TV, los Datos y la Movilidad en una única red, condición indispensable para poder hacer frente a la competencia de los OTT internacionales.

Los servicios implementados en la plataforma ETECSA OTT podrán competir ampliamente con los mismos servicios implementados por OTT Internacionales ya que estos últimos tienen un problema intrínseco en su "ADN" relacionado con la característica de "best effort" típica de Internet (Poikselkä y Mayer, 2013), que es superada tecnológicamente con la plataforma IMS ya que la misma en combinación con IP/MPLS —*Multiprotocol Label Switching*— puede brindar servicios "multimedia broadband" con QoS —*Quality of Service*—.

Para que la competencia sea efectiva ETECSA OTT tiene que brindar la posibilidad de servicio de

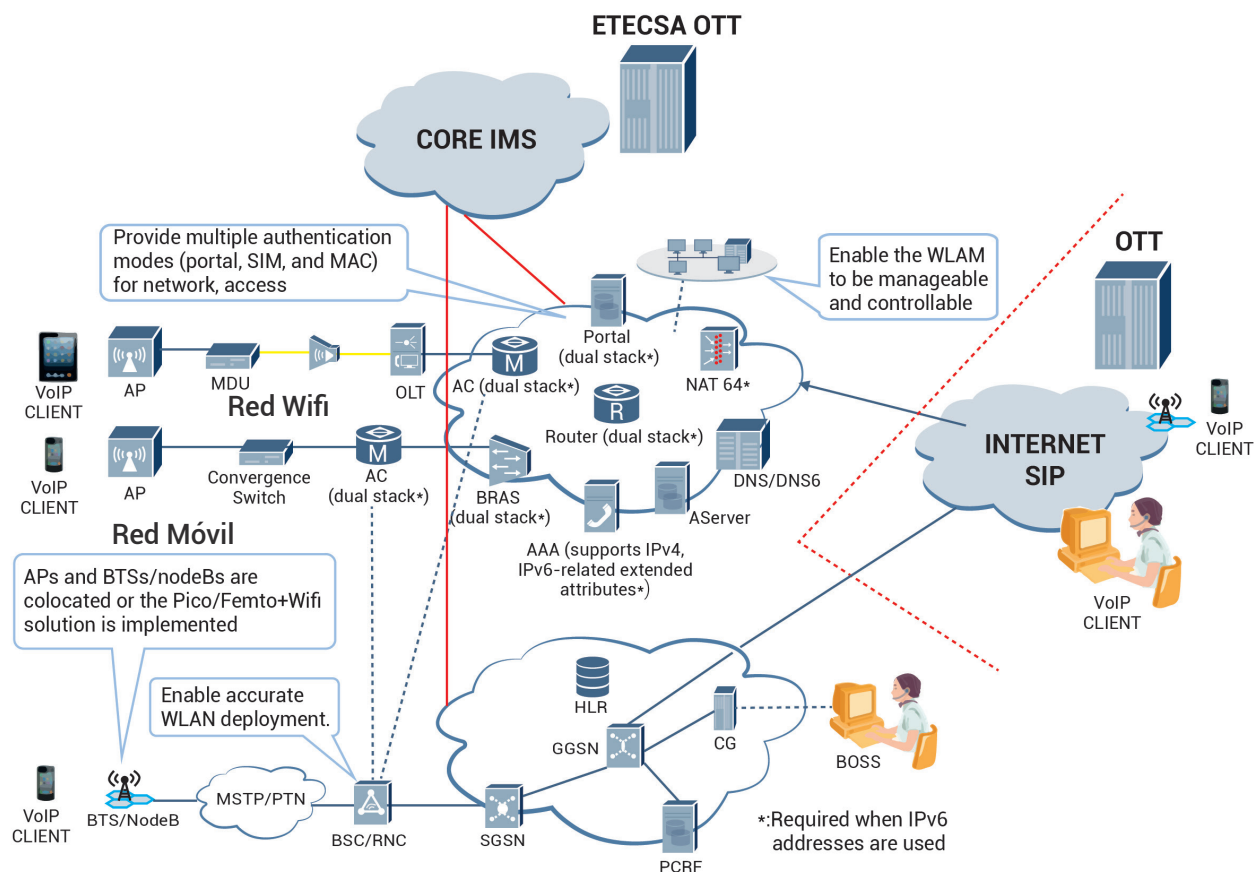


Figura 7. Nueva Plataforma de servicios ETECSA OTT

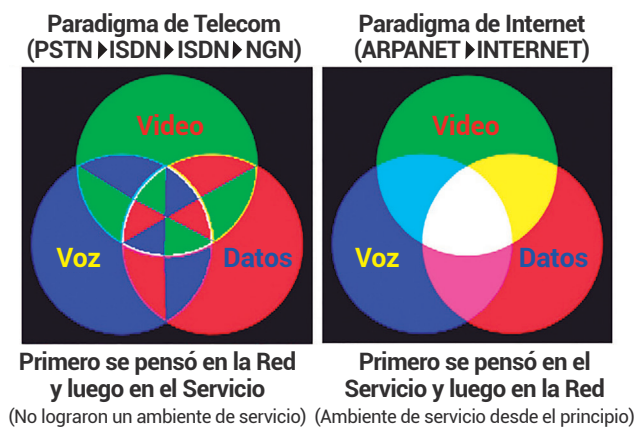


Figura 8. Paradigma de NGN Tradicional vs IMS

VoIP de “best effort” gratis para el usuario final y un servicio “Premium” con distintas QoS, precios variables y flexibles que sean lo suficientemente agradables a los clientes nacionales.

La nueva Plataforma ETECSA OTT, se podrá desplegar dentro de la Red Móvil y exclusiva para estos servicios; pero en este trabajo se recomienda que se reutilicen las funcionalidades de la plataforma IMS

de la red fija (existentes y de futuras inversiones), de manera tal que se puedan establecer las bases para la unificación de la Red Fija y la Red Móvil de ETECSA en una única infraestructura que brinde, en un futuro próximo, servicios unificados a nivel nacional.

Los servicios de telefonía fija tradicional, iniciaron su migración hacia NGN a partir del año 2006, cuando se comenzó el despliegue en Cuba de NGN tradicional permitiendo que se realizara el cambio tecnológico de una estructura de Centrales Telefónicas Digitales (TDM) y Analógicas a una estructura de paquetes con tecnología IP. Este proceso permitió que hoy se cuente con una estructura NGN a nivel nacional que garantiza la heterogeneidad de la Red con el establecimiento de cuatro dominios nacionales entre los que se encuentra un dominio IMS en modo “emulación PSTN” —*Public Switched Telephone Network*—.

Para lograr el aprovechamiento de este dominio IMS y la preparación para futuras inversiones en esta arquitectura se necesita el paso del modo “emulación PSTN” existente, al modo “simulación PTSN” de la Red NGN.

### Cambio al modo "simulación PSTN" en la red NGN

Desde hace algunos años, la red de telecomunicaciones nacional se encuentra migrando hacia una infraestructura horizontal tipo NGN tradicional, en la que servicios que antes se brindaban en una arquitectura vertical tales como los datos, la voz y la telefonía móvil, comienzan a integrarse.

Para el caso del servicio telefónico, el principal objetivo de esta migración es el paso de toda la infraestructura de centrales telefónicas TDM que brindan servicios POTS —Plain Old Telephone Service— e ISDN-N —Integrated Services of Digital Network—, hacia la arquitectura NGN tradicional con tecnología IP, para esto se ha utilizado el modo "emulación PSTN", según la recomendación Y.2262 de la UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones) en la primera fase de migración de los servicios de telefonía, según se puede observar en la figura 9. En este modo, el Operador establece funcionalidades mínimas en la nueva arquitectura NGN con las cuales simula el comportamiento de una PSTN a los usuarios, de manera que los mismos no perciben el cambio de la nueva red. Primero se introduce la arquitectura NGN en las centrales TANDEM clase 4 y posteriormente de modo paulatino, en las centrales de usuarios clase 5, para esto se apoyan en los MSAM —Multi-Service Access Nodo— que brindan la funcionalidad de AGF —Access Gateway Function— a servicios POTS, ISDN

y xDSL —Digital Subscriber Line—, para el caso de sistemas de acceso que no manejan el protocolo IP tales como V93, ISDN-PRI ó BRI, y V5.2 se utiliza el MGF —Media Gateway Function— en el acceso y en la interconexión con la PSTN se utiliza el MGT-F —Media Gateway Trunking-Function— para el plano de media, así como el SG-F —Signaling Gateway-Function— para el plano de control.

Para el control de las llamadas —Call Control— y de los MG —Media Gateway— se utiliza la funcionalidad de "Softswitch" la cual tiene el control de todo el sistema.

El uso exclusivo de la "emulación PSTN" en la implementación NGN-IMS trae un problema fundamental a los Operadores, ya que el usuario sigue percibiendo un servicio POTS básico con un incremento reducido de los servicios suplementarios (van Bosse, 2013) por lo que esta configuración solo es buena para ser usada como medio de sustitución de los servicios tradicionales existentes, pero dificulta el despliegue de servicios de telecomunicaciones avanzados por recarga en las funcionalidades.

Otra dificultad importante surgida también del empleo del modo "emulación PSTN" es cuando el operador ha implementado un dominio HUAWEI con el "SoftX3000", sin separación de funciones. Por lo que se tendrían que manejar funcionalidades de clase 4 para los UMG8900 cuando hacen función de TANDEM nacionales y funcionalidades de clase 5 con los UA5000

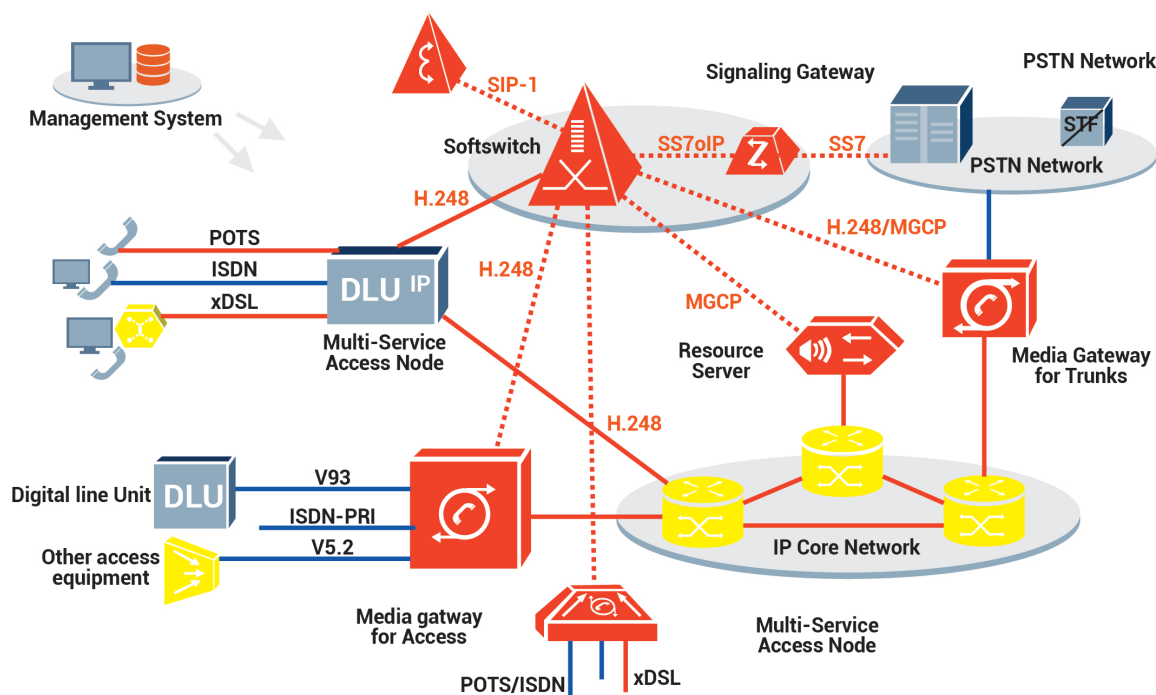


Figura 9. Arquitectura de Emulación PSTN

que manejan los usuarios POTS, esto trae grandes problemas de recarga de funcionamiento y complejidad de enrutamientos nacionales que dificultan la implementación de nuevos servicios con el SoftX3000.

Para solucionar estos problemas y crear las bases de la integración, se recomienda el cambio de filosofía de trabajo del modo “emulación PSTN” al modo “simulación PSTN”, que está establecido también en la recomendación Y.2262, para esto se deben hacer las conexiones según se presenta en la figura 10.

Como puede observarse el “modo simulación” mantiene operativo el “modo emulación” pero reduce el nivel de control de los “Softswitch” de la red NGN actual a la funcionalidad de control de los MG (MGC-F y AGC-F) pasando la funcionalidad de control de la sección de llamadas al “core” IMS. Esto permite por un lado mantener la política de cambio tecnológico donde se le da soporte a la telefonía tradicional de banda estrecha, POTS e ISDN-N y al mismo tiempo se permite la introducción de un grupo de nuevos servicios IMS de tipo “broadband” que podrán ser establecidos en la nueva *plataforma ETECSA OTT*. Estos se brindarán sobre un gran número de redes de acceso dife-

rentes que pueden existir en el país, tales como xDSL, WIFI, BPL —*Broadband over Power Lines*—, FTTx —*Fiber to the x*—, GPON —*Gigabit-capable Passive Optical Network*— y sobre redes móviles tales como GPRS —*General Packet Radio Service*— (2.5G), UMTS —*Universal Mobile Telecommunications System*— (3G) y LTE —*Long Term Evolution*— (4G) y futuras 5G.

En caso que se necesite agregar conexiones de servicios POTS a través de MSAN —*Multiservice Access Node*— en la nueva configuración de simulación planteada, es recomendable hacerlo según el esquema que se muestra en la figura 11, donde se plantea instalar el software IMS SIP-UA —*Session Initiation Protocol*— —*User Agent*— en el interior de los MSAN. De esta manera cada MSAN realizará el registro de los distintos abonados POTS en la red IMS, estableciendo una dirección de IMS para cada uno de ellos. Así se permite que la filosofía de trabajo de IMS (en modo simulación) se mantenga idéntica con independencia de si existen abonados “narrowband” o “broadband”.

Como puede apreciarse en la figura 11 esta solución tiene la ventaja adicional que permite establecer dentro de la red de telecomunicaciones la convergencia

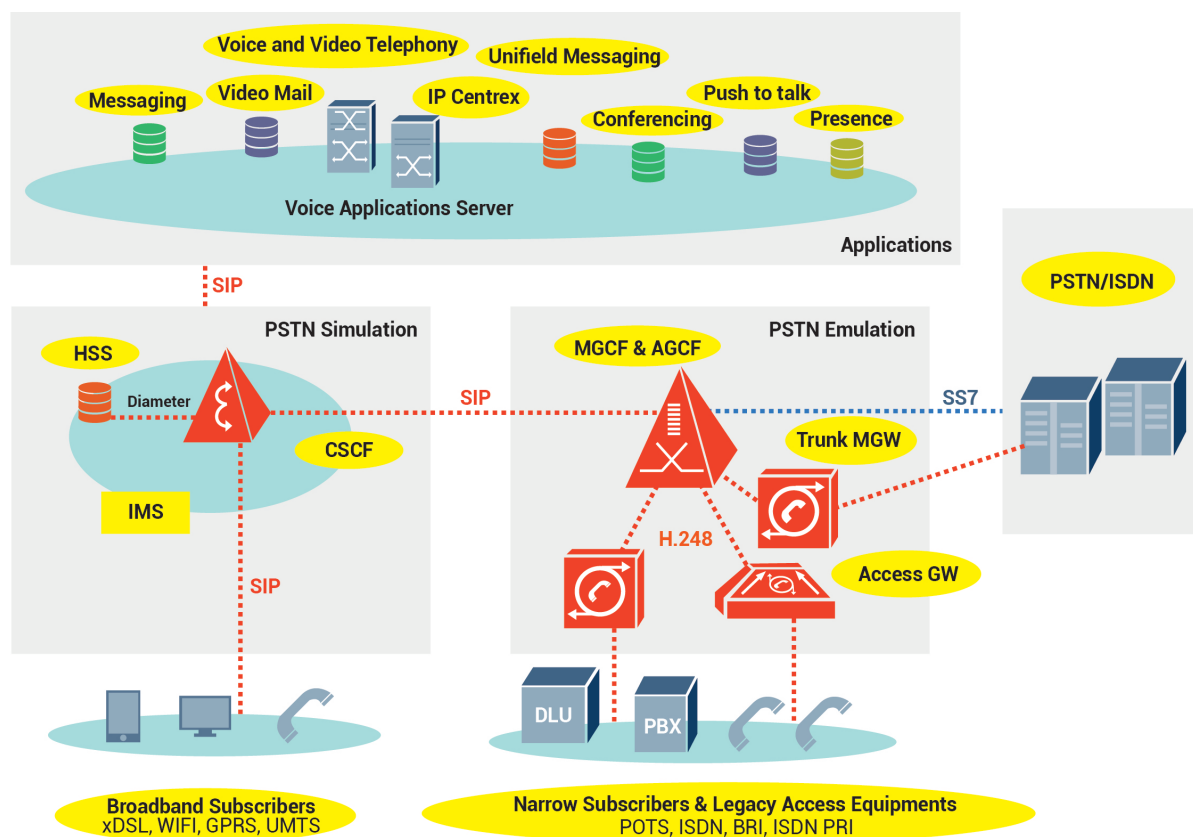


Figura 10. Arquitectura de Simulación PSTN

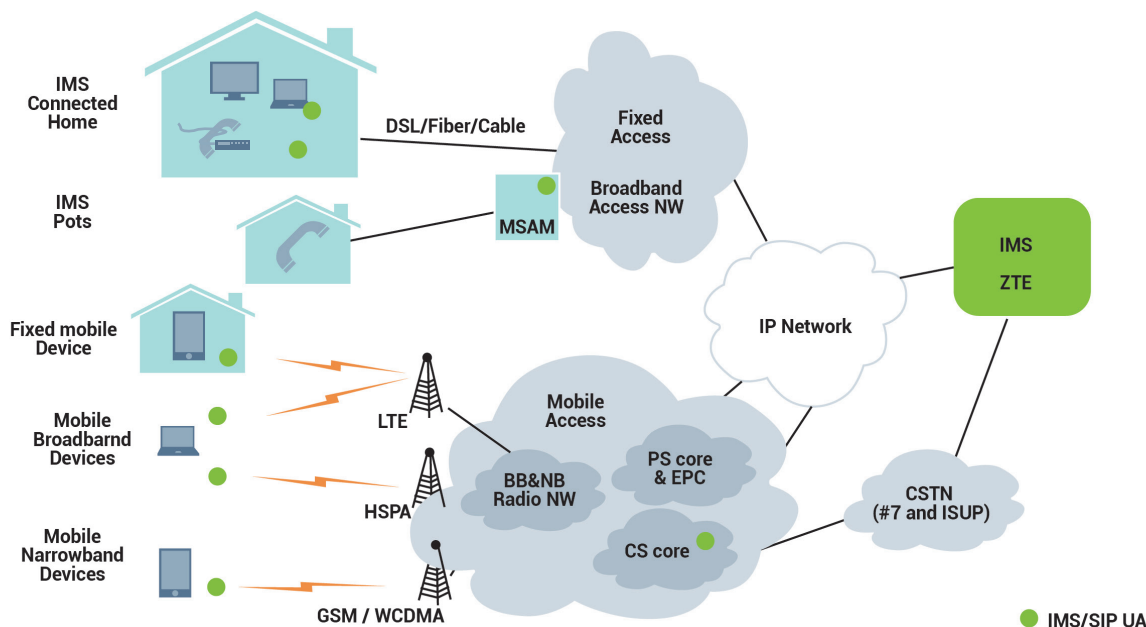


Figura 11. Convergencia fijo – móvil con IMS en “modo simulación”

fijo - móvil, ya que los dominios existentes GPRS (2.5G) y el nuevo dominio WCDMA —Wideband Code Division Multiple Access— y HSPA —High-Speed Packet Access— (3G) así como el futuro dominio LTE (4G), pueden incorporarse al core-IMS permitiendo una unificación de los servicios dentro en el país.

Es necesario señalar que la nueva plataforma ETECSA OTT se ocupará de un nuevo tipo de servicio con características “broadband”, donde los usuarios podrán conectarse al sistema de varias maneras, para esto se podrían utilizar los llamados “SIP Phone” como los mostrados en la figura 12.

Estos son teléfonos inteligentes que permiten interactuar con el “core-IMS” directamente usando el protocolo SIP —Session Initiation Protocol—. En caso de que los usuarios quisieran continuar usando sus teléfonos convencionales tendrían que conectarlos a los llamados IAD —Integrated Access Device—. Estos dispositivos son capaces de convertir la señalización DTMF —Dual-Tone Multi-Frequency— a SIP, además de realizar la conversión en el plano de media de la voz analógica a la voz digital, permitiendo solo dar funcionalidad de voz, por lo que el usuario no tendría la posibilidad de acceder al servicio de video llamada y a las otras ventajas que ofrece IMS.

La otra posibilidad consiste en que el usuario instale el UA —User Agent— llamado “SIP Client” en su propio teléfono móvil inteligente o en la PC de su residencia, un ejemplo de este software es el “Active Contacts” de Ericsson que mostramos en la figura 13.



Figura 12. Ejemplo de “SIP Phone” comerciales

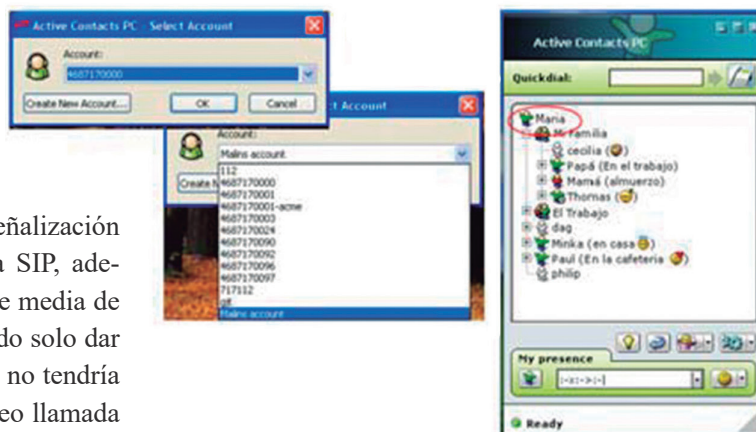


Figura 13. Ejemplo de “SIP Client”, “Active Contacts” de Ericsson

“Active Contacts” permite servicios IMS avanzados de comunicaciones multimedia tales como presencia, mensajes instantáneos, llamadas de audio y video. En la figura 13 se muestra cómo el usuario se registra con su cuenta y en la figura 14 cómo se realiza una sesión de video llamada y de Chat.

Otra posibilidad para el usuario es que se utilice un “WEB-Client” para acceder a los servicios IMS, en este caso el usuario accederá con su PC residencial a un servidor Web que tiene una interfaz con el “core-IMS” desde el cual se puede ingresar a sus servicios, de esta manera no tiene que instalar ningún software cliente en su terminal de acceso, en la figura 15 se muestra un ejemplo de “WEB-Client” llamado “CommPilot” mediante el cual Ericsson les permite a sus clientes acceder al sistema.

### Descripción funcional

En la figura 16 se presenta una vista general de la funcionalidad del sistema que puede ser empleada como referencia metodológica de orientación hacia la solución final que se desea encontrar.

El objetivo de la misma es describir las unidades funcionales extremo a extremo, de manera tal que se pueda comprender la forma en que la plataforma ETECSA OTT podrá brindar el servicio de “telefonía broadband” sobre IMS de una manera bastante intuitiva.

Puede verse que se representan por PC a los usuarios del sistemas que en realidad son UE —User Equipment— es decir, cualquier hardware capaz

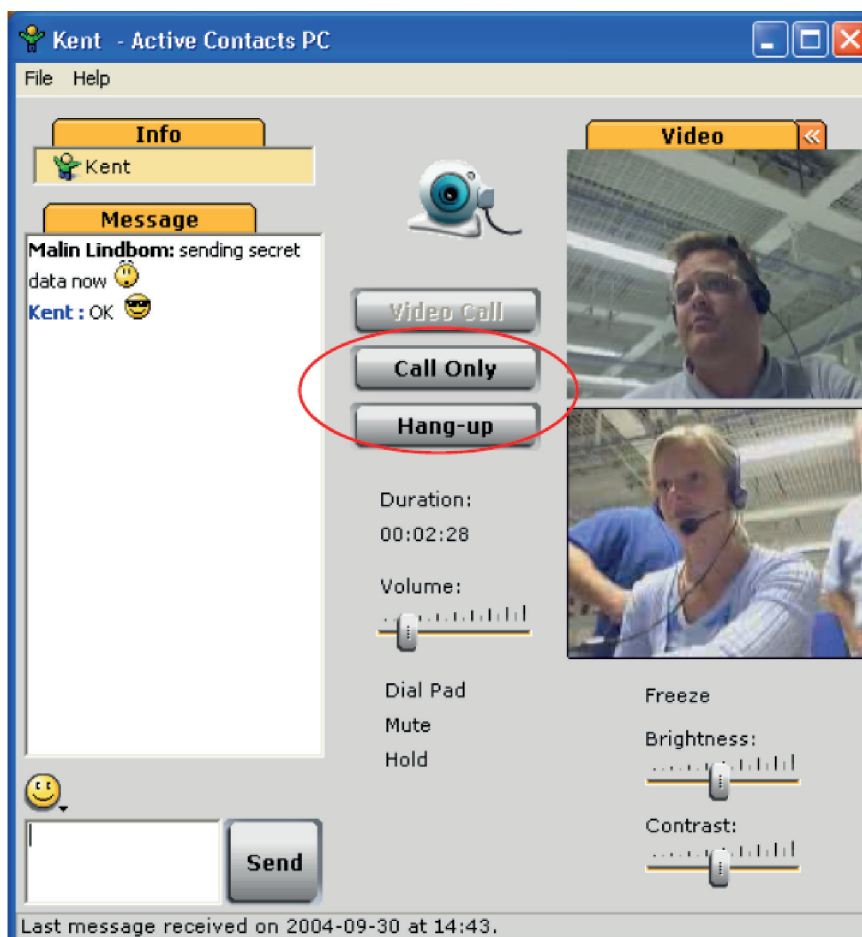


Figura 14. Sesión de Video llamada y Chat con “SIP Client”, “Active Contacts” de Ericsson

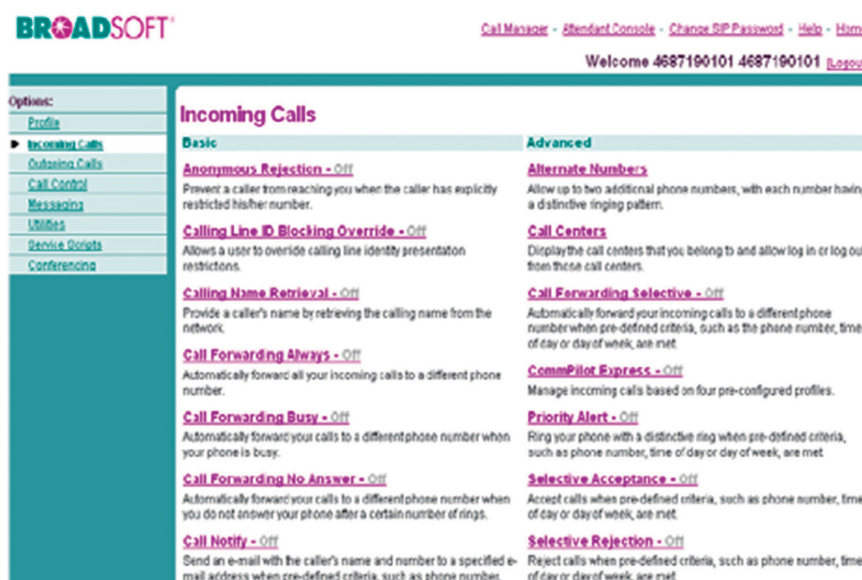


Figura 15. Ejemplo de WEB-Client

de soportar el UA que permite mantener el control de la sesiones del usuario (ejemplo PC, PDA, iPhoneMovil, SipPhone, etc).

Se representa por un “Cable” a cualquier red de acceso “broadband” que brinde conectividad IP-CAN —*IP-Connectivity Access Network*— este tipo de red cumple dos funciones específicas:

Brindar acceso al UE a la red IP/MPLS, para esto resuelve los problemas del enlace físico en el acceso del cliente.

Suministrar la dirección IP al cliente (ejemplo mediante un servidor DHCP —*Dynamic Host Configuration Protocol*— y las configuraciones de red adecuadas para que el UE se pueda comunicar.

Como ejemplo de tipos de IP-CAN se tienen los sistemas de líneas móviles tales como GPRS, UMTS, LTE y en las líneas fijas tenemos los sistemas MSAN que permiten tarjetas para acceso por cobre (ejemplo xDSL), para fibra FTTx y GPON, también están los sistemas de acceso WLAN —*Wireless Local Area Network*— (ejemplo WIFI), sistemas de Cable TV y sistemas de acceso por líneas eléctricas (ejemplo PLC —*Programmable Logic Controller*— y BPL).

En la figura 17 se muestra cómo se establece la comunicación de control entre usuarios del nuevo servicio telefonía IMS-broadband, haciendo uso del protocolo SDP —*Session Description Protocol*— y SIP.

En la misma se observa cómo cuando el UA1 se quiere comunicar con el UA2 elabora una descripción SDP donde

le informa al UA2 qué tipo de sesión quiere establecer. Por ejemplo el UA1 le comunica al UA2 que desea establecer una sesión de Audio y Video para iniciar una video llamada con el códec de Audio 1 y códec de Video 1 que son los que le posibilita su hardware.

Una vez que el UA1 elabora el SDP utiliza entonces el protocolo SIP como transporte para llegar al destino, el UA2 analiza el SDP y en dependencia de sus condiciones de hardware decide aceptar o no la petición de conexión o negociar la sesión solicitando el uso de otro tipo de códec en caso de que su hardware no cuente con el adecuado, de esta ma-

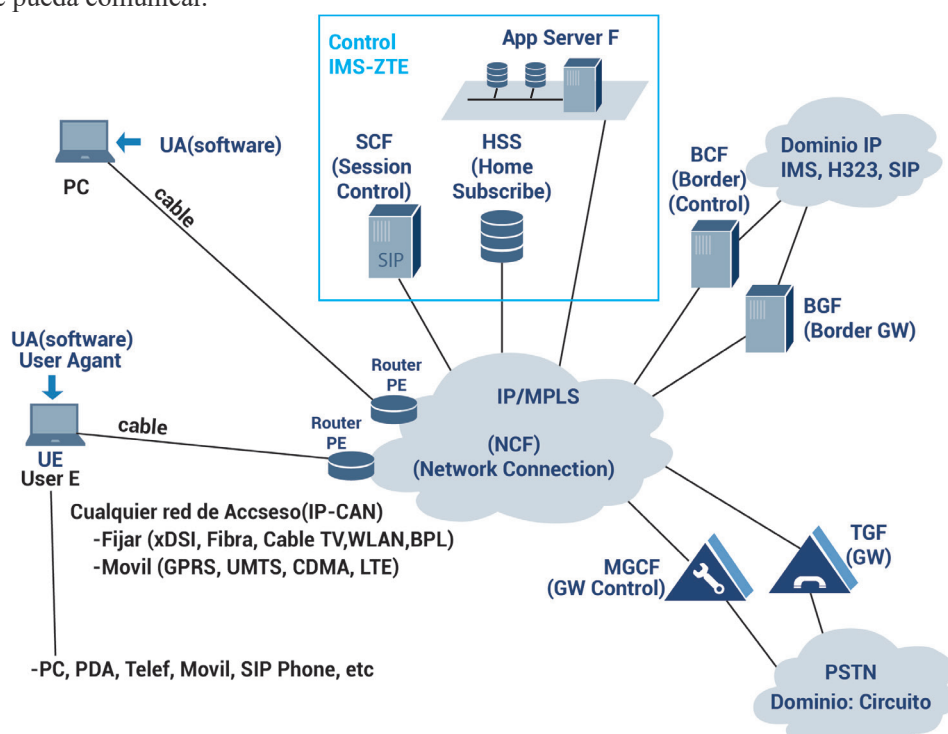


Figura 16. Vista funcional del sistema

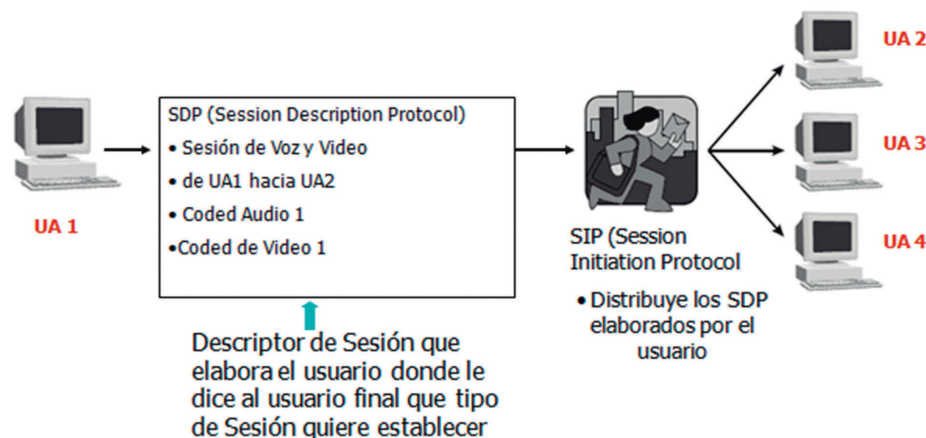


Figura 17. Función de SDP y SIP dentro del servicio de telefonía IMS-broadband

nera SIP se utiliza para negociar el establecimiento, el mantenimiento y la liberación de las sesiones multimedia.

Cuando los usuarios acuerden la negociación de la sesión, se establece la comunicación en el plano de media a través de la funcionalidad de conectividad NC-F —*Network Connection Function*— que brinda la red IP/MPLS, para esto los UE mandan los paquetes IP utilizando el protocolo RTP —*Real-time Transport Protocol*— y RTCP —*Real Time Transport Protocol*— directamente a cada Router PE el cual tiene la información adecuada para poner la etiqueta que permita que cada paquete llegue hasta el UA2.

En la figura 18 se puede observar un ejemplo práctico de una llamada donde el protocolo SDP es transportado por el mensaje SIP-INVITE.

Se puede observar cómo el UA1 está representado en el ejemplo por `alice@atlanta.com` (SIP URI —*Uniform Resource Identifier (URI) scheme for the Session Initiation Protocol*—, esta es la dirección SIP de la persona llamada Alice, la cual desea establecer comunicación con Bob (`bob@biloxi.com`) para esto le manda un mensaje SIP-INVITE a Bob, que porta en el interior un mensaje SDP informándole que desea establecer una sesión de audio (A) con el protocolo RTP, en el puerto 49172 y con el códec PCM (G.711) y una sesión de video (V) con el protocolo RTP en el puerto 51372 con el códec H261(códec estándar de video).

Como los usuarios quieren tener movilidad y servicios de valor agregado se necesita agregar la funcionalidad conocida como CSCF —*Call/Session*

*Control Function*— con sus tres tipos básicos I/P/S —*Interrogating/Proxy/Serving*—, además se necesita una base de datos donde se almacenen los perfiles de los usuarios, esto se realiza en el HSS —*Home Subscriber Server*— las aplicaciones de valor agregado a la comunicación estarán en los AS-F —*Application Server Function*—, de esta manera los nuevos usuarios del servicio IMS-broadband contarán con todos los nuevos servicios de aplicaciones que permite IMS y que se encuentran expresados de una manera resumida en la figura 15, todas estas funcionalidades descritas están presente en el “core-IMS” existente en Cuba.

Además de las comunicaciones internas entre los usuarios IMS-broadband, el sistema permite que los mismos se comuniquen con usuarios de las otras redes. De esta manera si se desea establecer una llamada nacional con usuarios del servicio PSTN nacional o internacional se usarán las funcionalidades de MGC-F —*Media Gateway Control Function*— para el control y TG-F —*Trunking Gateway Function*— para el plano de media. Estas mismas funcionalidades se utilizarán si la llamada se quisiera establecer hacia la red móvil nacional o internacional haciendo uso de la PLMN —*Public Land Mobile Network*— Cubacel.

También será posible comunicarse con usuarios de otros dominios IP pertenecientes a redes internacionales tipo H323, otras redes IMS, así como redes SIP establecidas sobre internet (tales como, Jitsi, KPhone etc.) para esto se utilizarán las funcionalidades BC-F —*Border Control – Function*— y BG-F —*Border Gateway-Function*—.

En la figura 19 se muestra un diagrama detallado de las conexiones funcionales de la nueva plataforma ETECSA OTT en el dominio IMS y los distintos dominios de la red NGN, trabajando toda la arquitectura en “modo simulación”.

Como puede observarse la nueva plataforma ofrece grandes ventajas para los usuarios ya que podrán hacer uso de los nuevos servicios con independencia del acceso que estén utilizando, el cual podría ser ADSL —*Asymmetric Digital Subscriber Line*—, BPL, WiFi o a

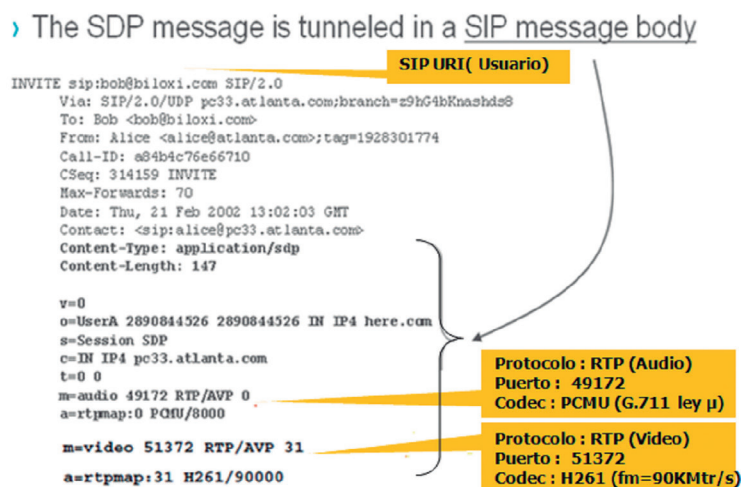


Figura 18. Mensaje SDP siendo transportado por el mensaje SIP-INVITE

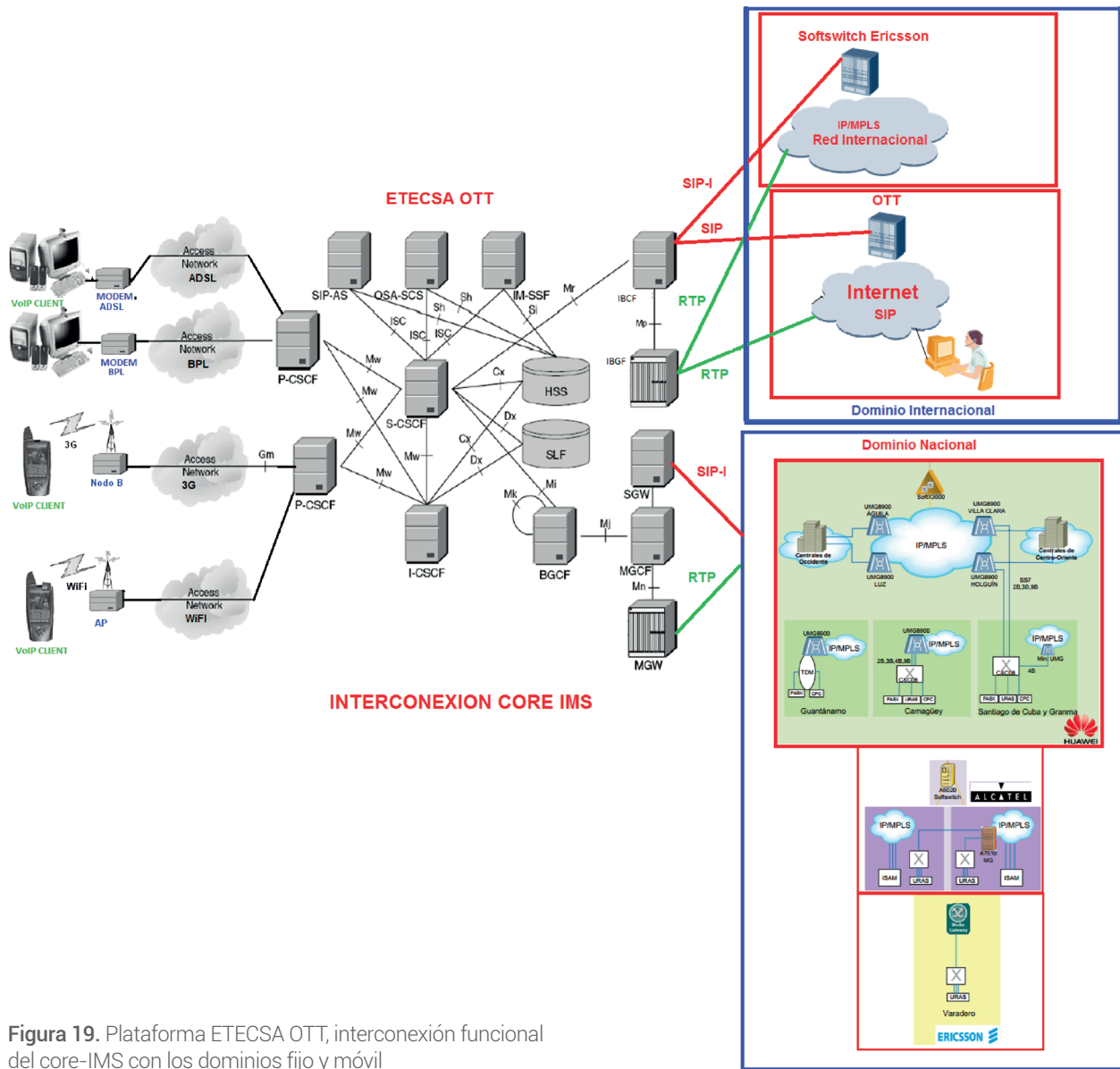


Figura 19. Plataforma ETECSA OTT, interconexión funcional del core-IMS con los dominios fijo y móvil

través de la móvil 3G (WCDMA y HSPA, LTE), y en un futuro 5G.

El acceso a la plataforma mediante la Red Móvil 3G permite lograr la convergencia de la Fijo-Móvil en la red del Operador, pero para que esta sea efectiva es necesario tener en cuenta algunos detalles propios de la tecnología móvil por lo que para este caso se brinda una explicación más detallada.

En la figura 20 se muestra la estructura topológica general del acceso 3G de la Red Móvil.

Como en todos los lugares, los móviles no tienen acceso a la cobertura 3G, el sistema para manejar la banda ancha conmuta entre el acceso HSPA, WCDMA, EDGE —Enhanced Data Rates for GSM Evolution—

y GPRS para mantener las sesiones de datos con independencia de los lugares donde se muevan los móviles (Hernando, Mendo, y Riera, 2015), esto se muestra en la figura 21, así como las distancias y velocidades de acceso según la tecnología.

Cada móvil para poder acceder a la red de datos tiene que realizar antes el procedimiento conocido como “GPRS Attach” o “3G Attach,” que permite el registro del móvil y su autorización a usar la red GPRS o 3G y varía según sea la cobertura donde se encuentre cuando solicita el servicio (Cardona y cols. 2017). En la figura 22 se muestran las distintas fases que deben ser establecidas durante la activación del procedimiento “GPRS Attach”.

Una vez registrado el móvil (completado "GPRS Attach") se pasa a la activación del contexto PDP donde el móvil le indica el nombre de la red de datos que desea conectarse APN —Access Point Name— y el tipo de conexión de datos (IPv4 ó IPv6). El SGSN en dependencia del tipo APN que desee el usuario móvil y del tipo de conexión de datos, selecciona el GGSN apropiado para realizar estas conexiones, siendo el responsable de asignar la dirección IP que el móvil requiere para conectarse al APN deseado.

Para que estos dispositivos puedan tener acceso a la nueva plataforma ETECSA OTT hay que habilitar en el SGSN/GGSN —Serving GPRS Support Node / Gateway GPRS Support Node—, un nuevo APN que permita el acceso al core-IMS. El procedimiento del GGSN se modifica para que asigne la dirección IP al móvil y además la dirección del P-CSCF —Proxy-Call Session Control Function— con lo cual se pueden iniciar las peticiones SIP para establecer las sesiones multimedia.

En la figura 23 se muestra la forma en que la red de acceso de datos GPRS/3G se puede conectar al "core-IMS" desde el cual se iniciarán los servicios en la plataforma ETECSA OTT.

En la figura 24 se muestra cómo la Arquitectura funcional presentada estaría preparada para asumir la evolución del servicio 3G hacia 4G (LTE), realizando el cambio del SGSN/GGSN al EPC

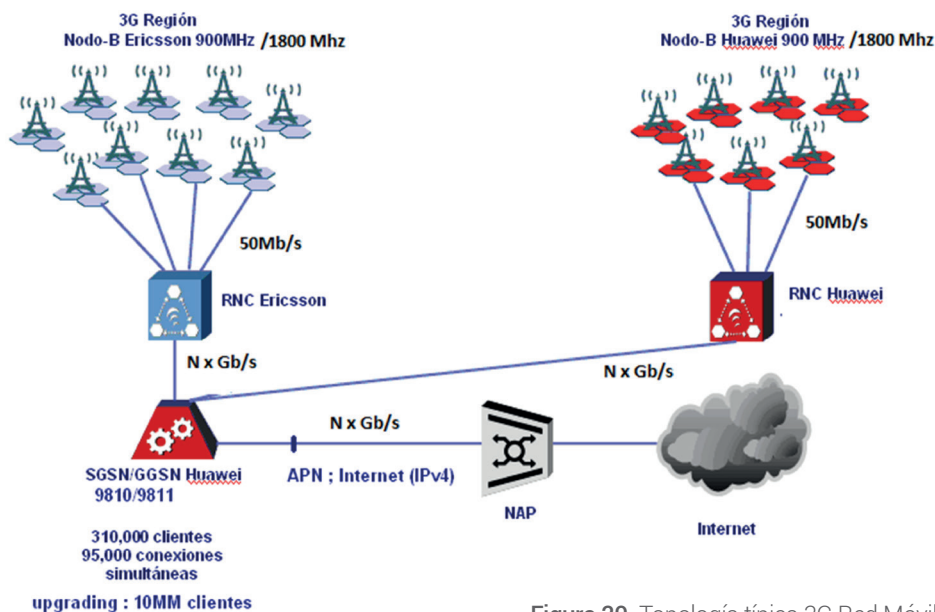


Figura 20. Topología típica 3G Red Móvil

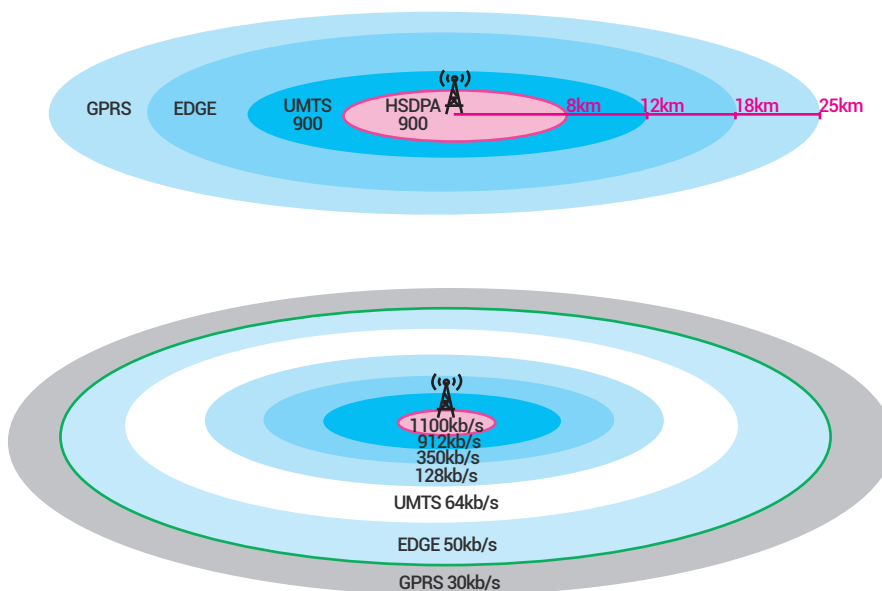


Figura 21. Cobertura y velocidades de acceso de datos de Red Móvil

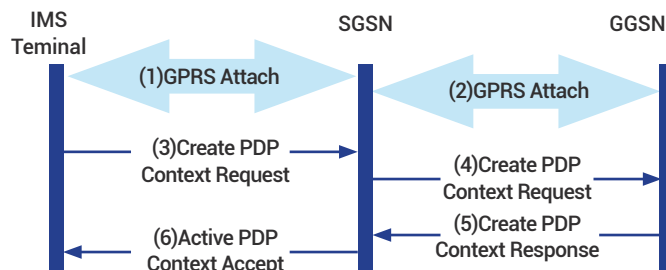
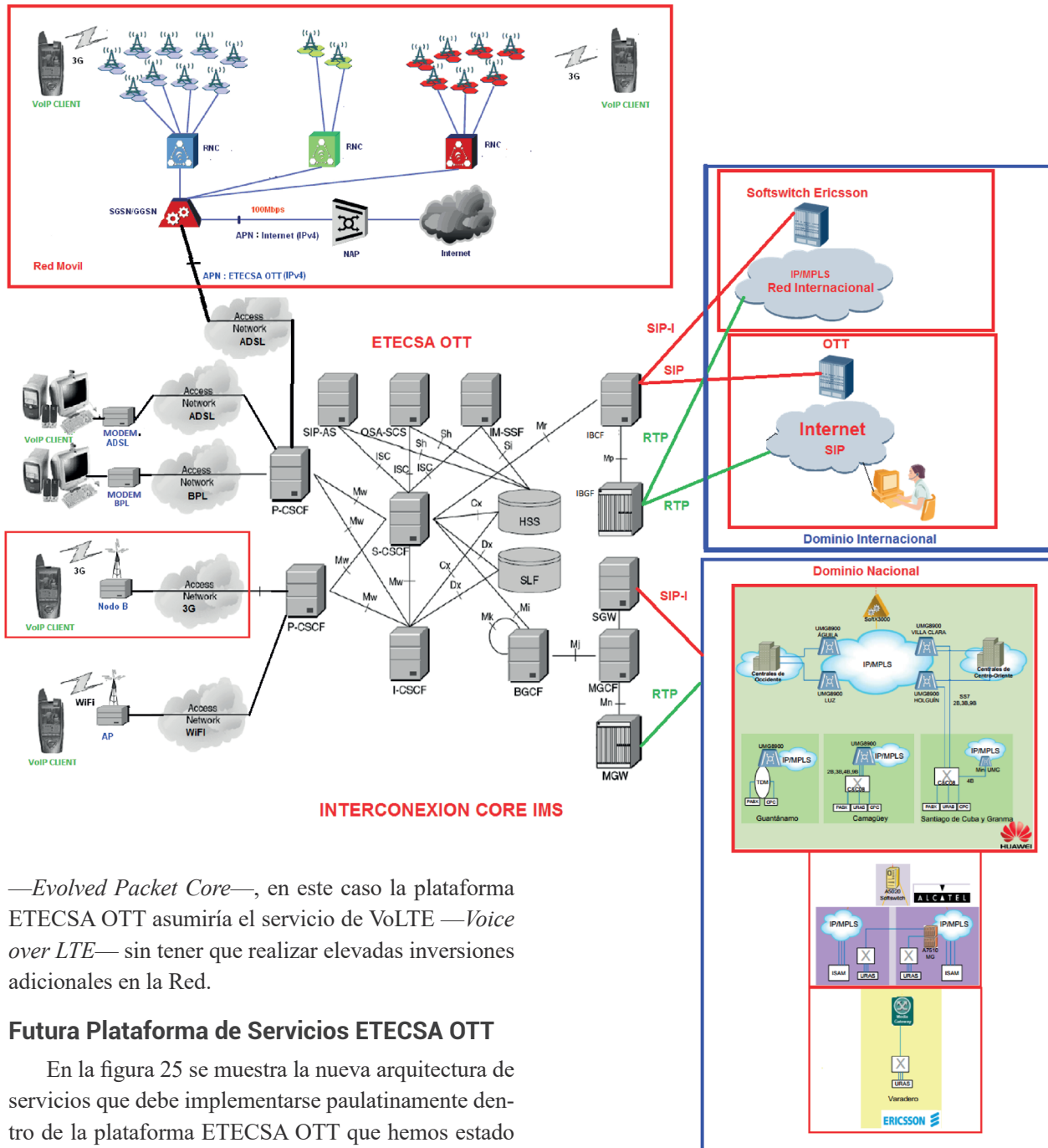


Figura 22. Procedimiento "GPRS Attach" y activación del contexto PDP



—Evolved Packet Core—, en este caso la plataforma ETECSA OTT asumiría el servicio de VoLTE —Voice over LTE— sin tener que realizar elevadas inversiones adicionales en la Red.

### Futura Plataforma de Servicios ETECSA OTT

En la figura 25 se muestra la nueva arquitectura de servicios que debe implementarse paulatinamente dentro de la plataforma ETECSA OTT que hemos estado desarrollando en su nivel básico en este documento:

El objetivo fundamental de la misma es desarrollar una estructura que permita implementar dentro de ETECSA el modelo de negocio a “dos caras”; es decir la plataforma ETECSA OTT permitirá por un lado conectar a los usuarios finales mediante el uso de las redes de acceso disponibles y por otro lado en la estructura superior permitirá que los Operadores OTT Internacionales accedan a los clientes y le brinden sus servicios, pero ahora con previo acuerdo de servicio con ETECSA OTT, de manera tal que las ganancias

Figura 23. Arquitectura 3G y core-IMS para nueva plataforma ETECSA OTT

serán de cara a los usuarios y de cara a los OTT, además de esto mediante la Plataforma ETECSA OTT, incorporará sus propios servicios avanzados a los usuarios finales incrementando su cadena de valor y manteniéndose competitiva con el nuevo ecosistema digital impuesto por las nuevas tecnologías en Cuba.

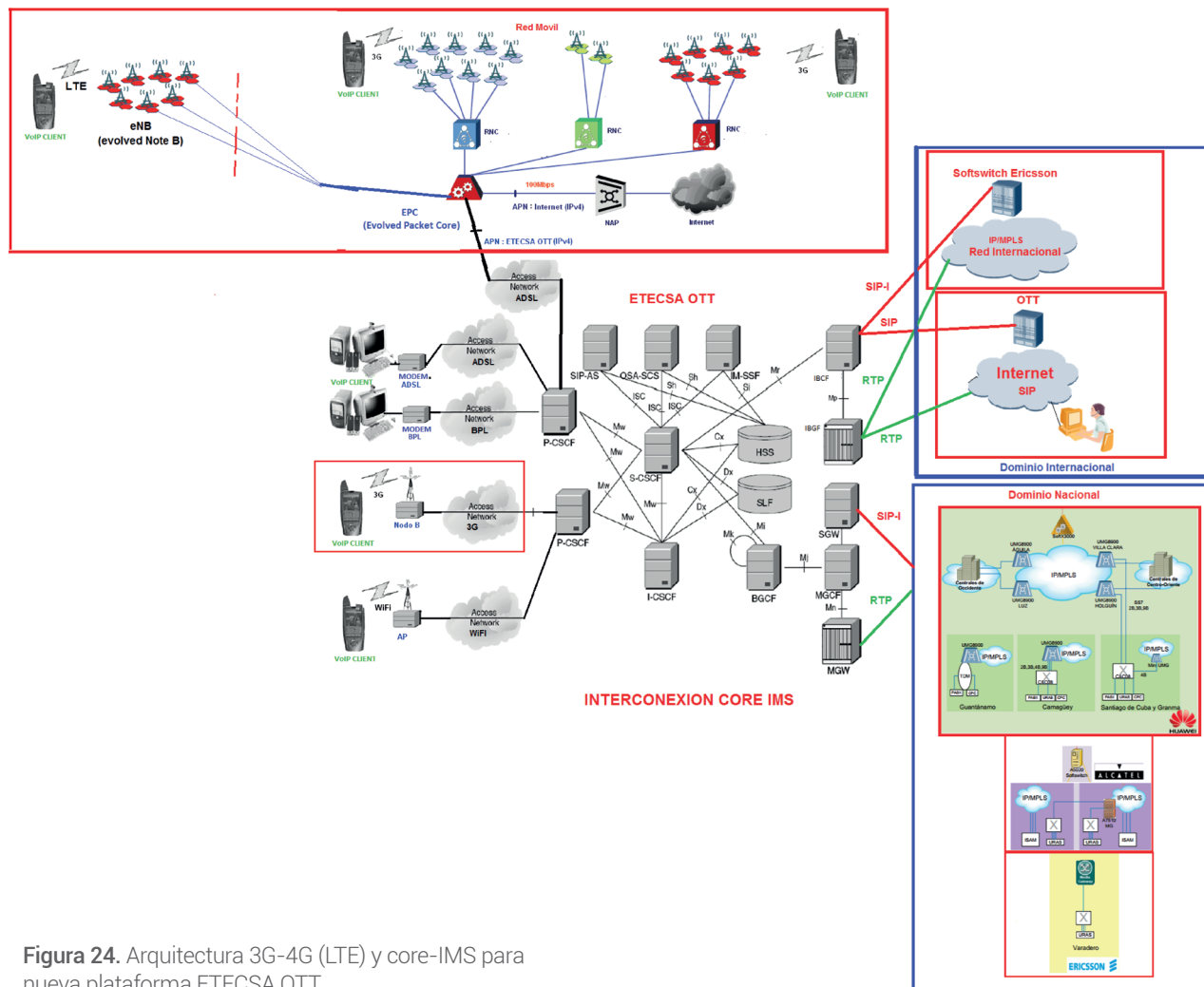


Figura 24. Arquitectura 3G-4G (LTE) y core-IMS para nueva plataforma ETECSA OTT

## Conclusiones

Se ha presentado una solución metodológica que puede ser seguida por cualquier Operador para propiciar la convergencia *fijo-móvil* dentro de su red, de esta manera es posible establecer en Cuba una nueva plataforma en el dominio IMS que se ha definido como ETECSA OTT. Esta se enfoca en brindar y desplegar servicios avanzados dentro de la red existente y propiciar los servicios unificados a nivel nacional, haciendo frente a la nueva competencia OTT que comienza a ser experimentada a partir del establecimiento y desarrollo masivo de la banda ancha en Cuba.

A partir de esto se puede concluir que:

El cambio del core NGN-IMS del “modo Emulación” al “modo Simulación” permite preparar las condiciones para la implementación del nuevo servicio “broadband” sobre un core-IMS desplegado, separando las funcionalidades de Control de Sesiones

de la del Control de los Media Gateway, sin realizar nuevas inversiones.

El sistema estará preparado para asumir la futura evolución 4G (LTE).

Implementar las interconexiones propuestas entre el core-IMS y core NGN permite comunicar usuarios “IMS-broadband” de la nueva plataforma ETECSA OTT y los usuarios de la red NGN, así como con los clientes Internacionales e Internet.

Es posible usar teléfonos “SIP Phone” conectados a la interfaz Ethernet del moden ADSL o BPL, o usar IAD —*Integrated Access Device*— para conectar antiguos teléfonos tradicionales; también, es posible instalar un “SIP Client” en el teléfono móvil inteligente del usuario o en la PC de su residencia. Asimismo se puede habilitar una interfaz “WEB-Client” para acceder a los servicios IMS sin ninguna instalación previa.

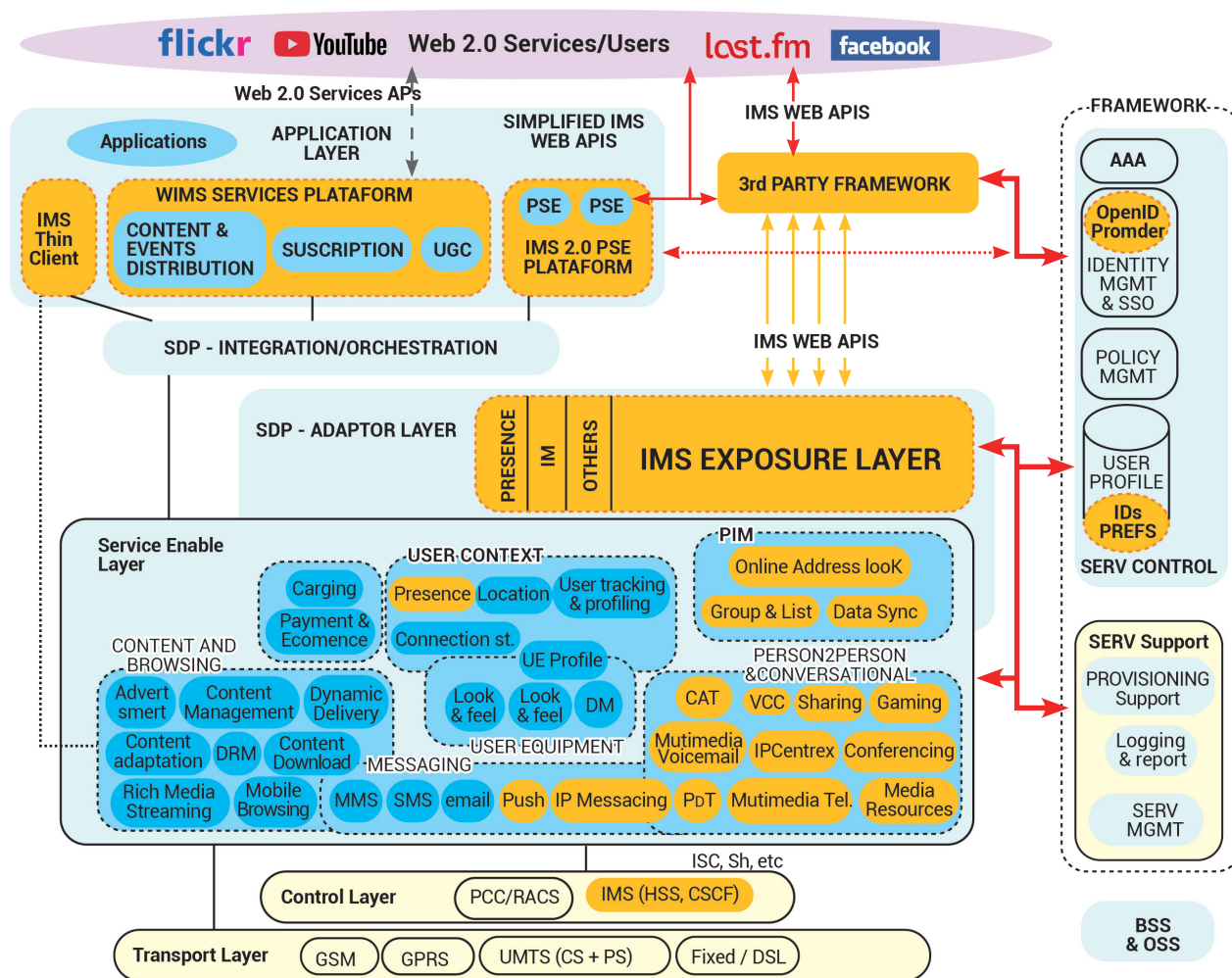


Figura 25. Futura Plataforma de Servicios ETECSA OTT

El desarrollo paulatino de las capas superiores de la plataforma de servicios ETECSA OTT permitiría en un futuro próximo el modelo de negocio a “dos caras”, de manera que ETECSA pueda incrementar sus

ingresos y hacer frente a la competencia, al brindar servicios de transporte de datos a los usuarios y de intermediario con los OTT, así como desarrollar sus propios servicios OTT.

### Referencias

Camarillo, G., y García-Martín, M. A. (2005). *The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS): Merging the Internet and the Cellular Worlds*. John Wiley & Sons, Ltd.

Cardona Marcet, N., Olmos Bonafé, J. J., García Lozano, M., y Moserrat, J. F. (2017). *3GPP LTE-Advanced y su evolución hacia la 5G móvil*. Marcombo.

Hernando Rábanos, J. M., Mendo Tomás, L., y Riera Salís, J. M. (2015). *Comunicaciones móviles*. España: Editorial Universitaria Ramón Areces.

Poikselkä, M., y Mayer, G. (2013). *The IMS: IP Multimedia Concepts and Services, 3rd Edition*. Wiley.

Van Bosse, J. G. (2013). *Signaling in Telecommunication Networks*. WILEY.

# Big Data y Gestión Empresarial

## Big Data And Business Management

Lic. Carmen Alonso Varona<sup>1\*</sup>, Ing. David Ferreiro Piñeiro<sup>2</sup>,

Recibido: 10/2018 | Aceptado: 02/2019

### PALABRAS CLAVE

Big Data  
Gestión empresarial

### RESUMEN

En épocas de informatización de la sociedad, el acceso masivo a diversos sistemas informáticos por grandes sectores de la población, genera un creciente flujo de datos de diversa índole. El empleo de las tecnologías de Big Data le permitiría a las empresas analizar este creciente volumen y de esta forma vertebrar estrategias de comunicación más efectivas y personalizadas; además de detectar eventuales potencialidades y reservas en los sistemas de la organización coadyuvando a elevar la eficiencia empresarial. En esta investigación se determinaron las principales aplicaciones del Big Data en la gestión empresarial, para proponer determinadas soluciones a las diferentes problemáticas que enfrenta la organización. Se orienta en una etapa inicial establecer un marco teórico referencial que sirva de base a una posterior implementación dentro de la estrategia de comunicación institucional de la División Territorial Las Tunas en el periodo 2018-2020.

### KEYWORDS

Big Data  
Business management

### ABSTRACT

In times of society computerization, massive access to diverse computer systems by large sectors of the population generates a growing flow of diverse types of data. The use of Big Data technologies allows companies to analyze this growing flow, thus creating more effective and customized communication strategies; also, detecting possible potentialities and reserves in organization systems, contributing to elevate business efficiency. This research defines the main Big Data applications in business management in order to suggest certain solutions to different problems faced by the organization. It is oriented to establish, in an early stage, a referential and theoretical framework, which can be used as foundation of a subsequent implementation of the institutional communication strategy within Las Tunas Territorial Division in the 2018-2020 period.

## Introducción

El presente siglo ha marcado una revolución en cuanto al acceso y difusión de los conocimientos. El empleo de las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) ha provocado la generación y acumulación creciente de datos que pueden ser em-

pleados para mejorar la gestión empresarial y de esta forma aumentar las utilidades de las organizaciones.

Las empresas y servicios de telecomunicaciones que antes operaban de manera separada, en términos tecnológicos, se unifican sobre plataformas de red convergentes, escalables y flexibles (Lescay Cordero y

1\* Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A., Cuba, carmen.alonso@etecsa.cu, Varona, Las Tunas

2 Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A., Cuba, david.ferreiro@etecsa.cu, Reparto Santos, Las Tunas.

Pérez, 2009) donde la gestión de los servicios se complejiza y se orienta más a los diversos clientes.

Las empresas buscan lograr la eficiencia y la eficacia de sus procesos y de su gestión para obtener productos que satisfagan las crecientes necesidades y expectativas de sus clientes. Lograr que los productos y los servicios sean de la más alta calidad al menor costo posible se ha convertido en condición indispensable para obtener altos índices de productividad y rentabilidad, y de esta forma ser más competitivos (González González y González Rodríguez, 2008).

La interacción de los individuos con las TIC, la proliferación de los dispositivos móviles y el almacenamiento de la huella digital por parte de las empresas proveedoras de servicios ha provocado un incremento nunca antes visto de la cantidad y el volumen de datos con los cuales se cuenta, siendo denominado como Big Data. El término Big Data es uno de los temas más abordados en la industria de las Telecomunicaciones (Reghunath, 2017) debido a que los volúmenes de datos se han incrementado al punto de que los sistemas tradicionales no pueden almacenarlos y procesarlos.

La clave del asunto se encuentra en las potencialidades para las empresas y las organizaciones al poseer bases de datos que monitoreen el comportamiento de los usuarios y suscriptores de los diversos servicios, posibilitando entre otras cuestiones brindar servicios más personificados y orientados a las verdaderas necesidades.

El estudio del comportamiento del Big Data posibilitaría una mejor atención a los requerimientos de los usuarios, la detección de irregularidades en las operaciones de la empresa, además brindaría una herramienta para medir el nivel de satisfacción de los usuarios de los diversos servicios y de forma general contribuiría a elevar la eficiencia empresarial al detectar posibles fallas organizativas.

## Materiales y métodos

En una instancia inicial se utilizan para el presente estudio métodos como el análisis sintético y el histórico lógico, los cuales permiten conocer y aprehender un conjunto de técnicas que posibilitan el estudio de la problemática de manera que no constituya un simple razonamiento especulativo de esta. En la realización de este artículo hemos consultado los materiales que se detallan en la bibliografía por orden alfabético de autores.

## Aplicaciones del Big Data

Mucho se ha hablado sobre la actual sociedad de la información, como algunos catedráticos han denominado a los tiempos actuales, por lo que se vuelve necesario entender que está aconteciendo un cambio desde una sociedad que basaba su riqueza en la producción de bienes de consumo a otra cuya base de riqueza es la gestión de la información y del conocimiento (Alonso Arévalo, 2007). La modernidad ha provocado una mutación de la estructura de las relaciones económicas, políticas, sociales y de ocio hacia los sistemas y redes de telecomunicaciones, transmutándose hacia sociedades digitales supranacionales que generan un gran volumen de información procesable y aprovechable.

Se podría definir al Big Data como una gran colección de datos estructurados, semi-estructurados y sin estructurar, provenientes de diversas fuentes en constante procesamiento que producen a su vez nuevos conocimientos (Moreno y otros, 2017), que no pueden ser almacenados y procesados usando las técnicas computacionales tradicionales; en la mayoría de los escenarios empresariales. El volumen de datos es demasiado grande, se mueve demasiado rápido o excede la capacidad disponible de almacenamiento (Núñez García, Díaz de la Paz, y García Mendoza, 2016). Se caracteriza a partir de su volumen, su variedad, velocidad y veracidad, ver la figura 1.

¿Qué hacer con este volumen de datos? o ¿Cómo lograr rentabilidad a partir de la información almacenada? Estas son de las preguntas que en la actualidad estimulan el desarrollo de las investigaciones en estas materias, impulsadas a lograr, con el aprovechamiento de los datos disponibles aumentar la rentabilidad empresarial y con ello elevar los parámetros de calidad de los servicios.

En (Placencia Moreno y Anías Calderón) se exponen las principales aplicaciones del Big Data en las telecomunicaciones, entre las que se encuentran:

1. Óptimo almacenamiento de datos masivos en la nube.
2. Sistemas de monitoreo de redes capaces de procesar miles de datos.
3. Técnicas de reubicación de datos en nodos de transmisión.
4. Integración de datos que circulan por las redes.
5. Análisis de la información para la detección de fallos.
6. Visualización de los diferentes tipos de datos.

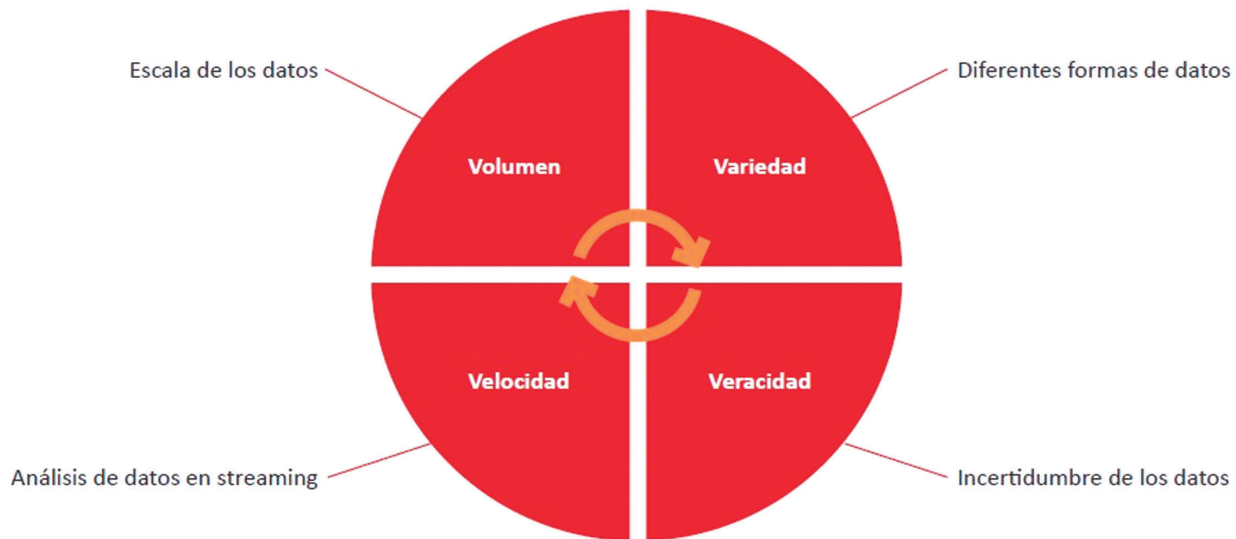


Figura 1. Caracterización de Big Data.

A pesar de las aplicaciones anteriormente expuestas y que además constituye una herramienta fundamental para planificar las estrategias generales de las organizaciones solo 25% de los profesionales es consciente de que puede cambiar a la profesión y únicamente 17,6% de las empresas en el ámbito latinoamericano han implementado este tipo de actividades (Moreno y otros, 2017).

Contrariamente a que la gestión de datos y las redes sociales cambiaron el panorama de la comunicación, existe una brecha considerable entre la importancia que se les da como herramientas y su implementación real. Las transformaciones digitales están cambiando la comunicación tanto en el interior de las empresas como en los proveedores de servicios y los clientes de forma general, los cambios tecnológicos están alterando los modelos de producción, consumo y comportamiento.

### Empleo de las tecnologías en la comunicación con los clientes

Con el incremento de la comunicación en los entornos empresariales se eleva el nivel de conocimientos y habilidades que se requiere por parte de los profesionales de las comunicaciones. Por otra parte, el uso de las redes sociales está cambiando el panorama de la gestión de las comunicaciones y del trabajo, convirtiéndose estas en otra oportunidad para canalizar las inquietudes y las sugerencias de los clientes (ETECSA, Orientaciones para la gestión de incidencias que se reciben en ETECSA a través de las Redes

Sociales, 2017) con vistas a elevar el nivel de satisfacción de los mismos.

Se vuelve imprescindible un cambio de visión referente a la posición del cliente como el destinatario de los servicios y productos que brinda la Empresa, aún cuando se han dado pasos positivos al respecto y en ETECSA (ETECSA, Modificando la Política de calidad para la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A, 2014) se expresa que “la satisfacción de los usuarios y de toda la población es lo primero” la realidad muestra que aún dentro del personal laboral de la organización no se ha concientizado lo anteriormente expresado. Los clientes son cada vez más exigentes y demandan productos con características específicas que satisfagan sus crecientes necesidades y expectativas.

Aún cuando en ETECSA (ETECSA, Matriz para la aplicación de la Política de Calidad de ETECSA, 2016) se plantea que la organización centra su gestión en los requisitos y expectativas de los usuarios para satisfacer sus necesidades actuales y futuras promoviendo el incremento y la consolidación de la innovación en un entorno de mejora continua de la eficacia de los procesos, y que además la Empresa está desarrollando un fuerte trabajo en pos de rescatar la imagen empresarial; se detectan insatisfacciones por parte de los usuarios que se canalizan de forma errónea y esto provoca daños y perjuicios a la imagen y el prestigio de la organización.

En (ISO 9001, 2008) se plantea que las organizaciones en su comunicación con el cliente deben brindar información sobre los productos y servicios que prestan,

así como se vuelve imprescindible determinar, recopilar y analizar los datos apropiados para demostrar la idoneidad de los mismos y esto se logra mediante la satisfacción del cliente y su conformidad con los requisitos del producto. Aspectos estos en los que aún se encuentran dificultades.

El funcionamiento de una empresa ha de verse, empleando una analogía con la electrónica, como un sistema lineal, es decir: se brinda un servicio a un determinado sector y se vuelve imperiosa la retroalimentación del estado de opinión y de aceptación del servicio en cuestión y en función de ello se modifica o se mantienen las premisas del servicio original en función de elevar el nivel de calidad de la experiencia brindada por los usuarios. Esto permitiría “realizar las cosas bien desde el primer momento”.

En un sector como el de las telecomunicaciones, en constante evolución, las técnicas y los métodos de gestión deben actualizarse para dar respuesta a las nuevas inquietudes y crecientes necesidades.

Al cliente o usuario hay que tratarlo desde un punto de vista dual: como el principal destinatario de los servicios que se prestan y como un sensor proactivo, capaz de generar grandes cantidades de datos con información útil de su grado de satisfacción (Villena Román, Luna Cobos, y González Cristóbal, 2014) he ahí donde radica la mayor dificultad y donde se encuentran las mayores potencialidades.

Se vuelve imprescindible contar con centros de almacenamiento para guardar estos grandes volúmenes de información y tras su análisis se podría estudiar el comportamiento de los clientes para realizar acciones comerciales generando un aumento de la productividad y la reducción de costos a través de servicios personalizados (Monleón Getino, 2015).

Entre los diferentes tipos de datos con los cuales se cuenta se encuentran:

1. Los datos generados por la web y las redes sociales.
2. Tecnologías que permiten la interconexión entre equipos.
3. Datos de grandes transacciones, finanzas, banca.
4. Información biométrica.
5. Datos generados por las personas, email, notas de voz, etc.

Sin embargo, toda esa información no es realmente útil a no ser que sea automáticamente procesada para distinguir la información relevante y lograr un mayor nivel de abstracción.

Esto conlleva a la necesidad de definir aspectos claves tales como qué tipos de datos son los significativos para almacenar y procesar, dónde van a ser almacenados y bajo qué estructuras y qué mecanismos se emplearán para su gestión considerando que estos son generados desde cualquier ubicación geográfica.

Por otra parte, también es necesario definir los algoritmos a emplear, los mecanismos de visualización de la información y la confiabilidad de los datos, sin descuidar ni un instante la necesaria protección de la privacidad a los datos de los usuarios, lo que requiere la firma de nuevos contratos con los clientes para que ellos estén conscientes de cuáles van a ser empleados para mejorar el servicio y al dar su consentimiento libren a la empresa de cualquier reclamación posterior.

### Estrategias internas de comunicación

La comunicación ha de convertirse en motor de innovación y desarrollo en el marco organizacional, por lo que su gestión está orientada a potenciar el desarrollo de los valores organizacionales. La misma se encausa al logro de una cultura participativa y al fomento del sentido de pertenencia hacia la empresa. Lo que garantiza la implicación de todos los factores en los procesos de cambios y toma de decisiones.

Se puede hacer una diferenciación entre la comunicación que se orienta al consumidor interno y aquella que va enfocada al consumidor externo. Mientras que la primera tiene como objetivo influir en el comportamiento de los factores, la segunda posee la difícil tarea de presentar la imagen corporativa hacia los consumidores, además de canalizar sus opiniones e inquietudes sobre los servicios que se prestan.

La gestión del proceso de comunicación es responsabilidad compartida entre los cuadros, los dirigentes y el área rectora de la actividad. El nivel de acceso a los servicios informáticos por parte de la población cubana, ha conllevado al surgimiento de nuevas formas de comunicación entre el cliente y la empresa. Las redes sociales, las páginas webs institucionales entre otras se convierten en la forma más rápida de desplegar campañas de informaciones así como para responder a las principales demandas de los usuarios.

La manipulación de las técnicas de Big Data y el procesamiento de la información almacenada, manteniendo el nivel de confiabilidad y privacidad de los clientes, nos va a permitir adelantarnos a las cada vez

más cambiantes demandas de los clientes, y eventualmente nos permitirá realizar campañas de comunicación y mercadotecnias orientadas a sectores específicos.

Es la gestión de la comunicación y de los datos con los cuales se cuenta, una forma de garantizar de forma oportuna y confiable los valores reales de comportamiento hacia los servicios que prestamos.

La comunicación institucional está orientada a defender y mostrar en todos los escenarios públicos que el mayor orgullo de la entidad se encuentra en la defensa de los valores y los principios de la revolución y su contribución al desarrollo socioeconómico del país. De igual manera, se debe facilitar la información de bien público para el uso de nuestros servicios sin crear falsas expectativas aportando beneficios para la utilización de los mismos.

En el marco de las políticas de comunicación aprobadas por ETECSA, en la División Territorial Las Tunas, se ha comenzado el diseño de mecanismos que permitan el empleo de la información almacenada para brindar un mejor servicio de respuesta prácticamente de forma inmediata a las quejas recepcionadas a través de, fundamentalmente, las redes sociales.

### Aplicaciones en el marco empresarial

La implementación de un sistema de análisis de Big Data le posibilitaría a la empresa:

1. Realizar un análisis en tiempo real de la ubicación, cantidad de productos con los cuales se cuenta y sus patrones de consumo. Lo cual permitiría prever el abastecimiento de los diferentes productos de la red comercial.
2. Realizar un análisis de las principales quejas, sugerencias u opiniones por parte de la población y dar respuesta instantánea y oportuna en la mayoría de los casos.
3. Establecer patrones de consumo por parte de los clientes con vistas a detectar irregularidades e ilegalidades en la red comercial.

4. Vertebrar un sistema de mercadotecnia personalizado a los intereses de cada sector poblacional y de esta forma maximizar los resultados de las campañas publicitarias.

5. Desplegar un sistema web de información comercial a los usuarios para que conozcan en tiempo real la disponibilidad de productos de acuerdo a su ubicación geográfica.

### Conclusiones

En esta época de informatización de la sociedad las empresas deben de ser capaces de establecer mecanismos de comunicación cada vez más efectivos y que respondan a los intereses de los usuarios en tiempo real. Los clientes son cada vez más exigentes y demandan productos con características que satisfagan sus crecientes necesidades y expectativas.

Las herramientas propuestas permitirían entender de una manera rápida y eficiente las tendencias de comportamiento, la opinión y la aceptación sobre los servicios que se ofrecen.

La gestión de los datos proporcionaría la capacidad para la implantación de acciones de prevención de defectos, problemas e ilegalidades en las redes comerciales.

Se podría llegar a los clientes con productos cada vez más personalizados maximizándose las ganancias y se les evitarían a los clientes molestias por conceptos de demoras pues él conocería en tiempo real la disponibilidad de recursos para su comercialización lo que llevaría a realizar una gestión cada vez más transparente.

El Big Data demuestra las potencialidades que existen para hacer más efectivas y rentables a las organizaciones empresariales.

### Referencias

- Alonso Arévalo, J. (2007). Gestión de la información, gestión de contenidos y conocimiento. SIOU, 53-58.
- ETECSA. (2014). Modificando la Política de calidad para la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. La Habana, La Habana, Cuba.
- ETECSA. (2016). Matriz para la aplicación de la Política de calidad de ETECSA. La Habana, La Habana, Cuba.
- ETECSA. (2017). Orientaciones para la gestión de incidencias que se reciben en ETECSA a través de las Redes Sociales. La Habana, La Habana, Cuba.

- González González, A., y González Rodríguez, R. A. (2008). Diseño de un sistema de gestión de la calidad con un enfoque de ingeniería de la calidad. *Ingeniería Industrial*, 5-10.
- ISO. (2008). *ISO 9001 Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos*, La Habana, Cuba.
- Lescay Cordero, M. M., y Pérez, V. I. (2009). Procedimiento para la mejora de los procesos operativos. ETECSA. *Ingeniería Industrial*, 1-8.
- Monleón Getino, A. (2015). El impacto del Big Data en la Sociedad de la Información. Significado y utilidad. *Historia y Comunicación Social*, 427-445.
- Moreno, A., Molleda, J. C., Athaydes, A., Suárez, A. M., Herrera, M. V., y Álvarez Nobell, A. (2017). Tendencias en comunicación estratégica: big data, automatización, engagement, influencers, coaching y competencias. Resultados de una encuesta en 17 países. *Latin American Communication Monitor*, 16-34.
- Núñez García, Y., Díaz de la Paz, L., y García Mendoza, J. L. (2016). Algoritmo para corregir anomalías a nivel de instancia en grandes volúmenes de datos utilizando MapReduce. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 22-28.
- Placencia Moreno, L., y Anías Calderon, C. (2016). Empleo del Big Data en la gestión de las telecomunicaciones. *Tono*, 48-57.
- Reghunath, K. (2017). Real-time intrusion detection system for big data. *International Journal of Peer to Peer Networks*, 30-35.
- Villena Román, J., Luna Cobos, A., y González Cristóbal, J. C. (2014). Análisis semántico de la opinión de los ciudadanos en redes soaicles en la ciudad del futuro. *Procesamiento del Lenguaje Natural*, 159-162.



# Procedimiento para ofrecer Servicios M2M por una Empresa de Telecomunicaciones

## Procedure to offer M2M services by a Telecom Enterprise

Ing. Beatriz Alba Toledo<sup>1\*</sup>, Ing. Adriadny Martínez Hernández<sup>2</sup>, Ing. Liz Gámez Picó<sup>3</sup>, Dr.Sc. Caridad Anías Calderón<sup>4</sup>

Recibido: 11/2018 | Aceptado: 04/2019

### PALABRAS CLAVE

Internet de las cosas  
Comunicación máquina a máquina  
Servicios de M2M  
Acuerdos de Nivel de Servicio

### KEY WORDS

Internet of things  
Machine-to-Machine communications  
M2M services  
Service Level Agreements

### RESUMEN

Debido fundamentalmente a la novedad de la comunicación M2M y a la ausencia de procedimientos estandarizados para brindar servicios utilizando esta tecnología, en este trabajo se propone un procedimiento para ofrecer estos servicios de una forma rápida y eficiente. El procedimiento refleja los principales aspectos a tener en cuenta para el despliegue de estos servicios conforme al sector al que serán destinados y a sus aplicaciones. Este procedimiento se aplica, para su validación, al proyecto de automatización de los ductos de la empresa EMCOR llevado a cabo por la empresa proveedora de servicios Tecnomática.

### ABSTRACT

Due mainly to the innovation of the M2M communication and the lack of standardized procedures to provide services using this technology, this research proposes a procedure to rapidly and efficiently offer these services. It shows the main aspects to be taken into consideration for their deployment according to the sector to be allocated to and their applications. This procedure applies, for its validation, to the project of the EMCOR company's pipeline automation by a Service Provider Company called Tecnomática.

## Introducción

El mundo actual está viviendo un proceso de transformación hacia un entorno en el que cada vez existe mayor conexión con dispositivos, donde la demanda de mayor y mejor información y servicios crece exponencialmente (Seung, Hyun y Jong, 2015). Por ello la necesidad de que las empresas y organizaciones públicas requieran contar con tecnologías y métodos que les

permitan ofrecer servicios innovadores y de alto valor, utilizando dispositivos, y que estos servicios sean más eficientes y sostenibles.

A pesar de que existen muchas empresas que se dedican al desarrollo de las comunicaciones M2M y a brindar los servicios, no se ha encontrado en la bibliografía consultada ninguna forma estandarizada ni bien definida, que permita ofertar esta tecnología, de una

1\* Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. División Territorial Mayabeque, Cuba, beatriz.alba@etecsa.cu

2 Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. División Territorial de Artemisa, Cuba. adriadny.martinez@etecsa.cu

3 Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", Cuba, lizgpico@gmail.com

4 Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", Cuba, cacha@tesla.cujae.edu.cu

forma rápida y eficiente, que tenga en cuenta el tipo de negocio al cual esté dedicado y la infraestructura: red, elementos de red, que se necesitará. Por otro lado, Cuba no cuenta con ninguna empresa de telecomunicaciones que ofrezca servicios M2M, siendo estos tan ventajosos por la cantidad de prestaciones que entrega.

Con el objetivo de que estas empresas operadoras de telecomunicaciones u otras entidades, cuenten con los elementos fundamentales para la implementación y despliegue de servicios, utilizando tecnologías de comunicación M2M, en este trabajo se propone un procedimiento general, que parte de los conceptos de los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA, por sus siglas en inglés: Service Level Agreement) para el ofrecimiento de servicios. Se plantea además el diagrama en bloque que constituye la guía para aplicar el procedimiento propuesto, explicándose en detalles cada uno de los elementos que se han considerado imprescindibles para llevar a cabo con éxito la propuesta. En dicho procedimiento se explica como: desarrollar productos y servicios M2M, negociarlos, implementarlos, gestionarlos y evaluarlos.

## Materiales y Métodos

El procedimiento contará, para un mejor entendimiento, con cinco etapas, que se basan en las etapas del ciclo de vida de un SLA (UIT, 2003), las que serían: desarrollo de productos y servicios, negociación y ventas, implementación, ejecución del servicio y por último evaluación. Es importante destacar que, como todo ciclo de vida de un SLA, las etapas dependen una de la otra, y que se encuentran en constante retroalimentación (Gafas y Anías, 2016). En algunas etapas se plantearon diferentes interrogantes para guiar la secuencia de pasos que se deben realizar.

En la figura 1 se muestra en forma de diagrama la secuencia lógica del procedimiento propuesto teniendo en cuenta las etapas antes mencionadas, adaptando las etapas de un SLA para brindar el servicio M2M.

## Desarrollo de Productos y Servicios

La primera fase del desarrollo de productos y servicios comienza con la identificación, por parte de la empresa proveedora de servicio, de las necesidades de los clientes, principalmente los potenciales. Se procede a analizar si el SP (Service Provider o Proveedor de Servicio) cuenta con la capacidad de la red para poder desarrollar alguna de las ofertas características de la

tecnología M2M, de acuerdo al sector. En caso de no contar con ello, se concluye que la empresa no puede, por el momento, desarrollar estos servicios; de lo contrario se continúa a la identificación de los recursos y elementos del servicio para M2M.

### **Recursos del Servicio M2M:**

**Dispositivos M2M:** Todos los dispositivos que se pueden utilizar para brindar el servicio: sensores de temperatura, humedad, flujo, presión, movimiento, humo, entre otros. Es importante aclarar que estos dependerán del sector en el cual serán utilizados, ya que no es lo mismo medir la temperatura del agua que del petróleo. Otros dispositivos pueden ser transductores o módulos de interconexión.

**Ejemplo:** Sensores y/o productos que ofrecen las empresas Libelium (Libelium, 2019a), Yokogawa (Yokogawa, s.f.a). Además de sensores que comercializan estas mismas empresas (Libelium, 2019a).

**Gateway M2M:** Utilizados para esta tecnología, los cuales están diseñados para soportar cualquier tipo de protocolo de comunicación, gestión, y seguridad, indistintamente. Además de diferentes redes de acceso o de área.

**Ejemplo:** *Gateway Waspnote* de la empresa Libelium (Libelium, 2019a) (Libelium, 2019b) y las empresas Eurotech (Eurotech, s.f.).

**Tecnología de Red:** Abarcan todas las tecnologías que se utilizan en M2M.

**Ejemplo:** tecnologías de red celular, Ethernet, *WIFI*, *Zigbee*, *Bluetooth*, etc. (Universidad Internacional de Valencia, 2018).

**Plataformas M2M:** Utilizada en este tipo de comunicación para gestionar y configurar los dispositivos y *gateways* M2M. Dependerán del fabricante y del sector.

**Ejemplo:** Plataformas que ofrecen varios fabricantes como Libelium (Libelium, 2019b), Eurotech (Eurotech, s.f.), Yokogawa, (Yokogawa, s.f.b).

**Aplicaciones M2M:** Son los *softwares* que correrán sobre las plataformas, y los que visualizarán los datos que serán recogidos en el sensor. Estas también dependerán del sector al cual estará dirigido.

### **Elementos del servicio M2M:**

Serían los servicios M2M, aunque estos se separarán por sectores, pues en dependencia de los mismos, son identificados los dispositivos y aplicaciones con que contarán.

Una vez que se hayan identificados estos recursos y elementos, se necesita saber si la empresa cuenta con

los recursos para poder desarrollar las ofertas del servicio M2M; sino cuenta con ellos necesitaría adquirirlos, y por el momento no podría ofrecer el servicio. En caso afirmativo se pasaría a desarrollar estas ofertas del servicio en correspondencia con el sector. Para ello la empresa necesita conocer, de acuerdo a sus clientes, a qué sector o sectores, ofrecerá sus servicios M2M. Estos se agruparán de la siguiente manera: sector de la salud, transporte, energía, seguridad, medio ambiente, industria y comercio. Es necesario aclarar que no serían los únicos que pudieran implementarse, sino que pudieran surgir nuevos, teniendo en cuenta las demandas del mercado, las presiones competitivas y la identificación de las necesidades de clientes potenciales.

**Desarrollo de las ofertas**

Para desarrollar las ofertas de los servicios M2M se propone un procedimiento, que sirve para desplegar variantes posibles de solución de los servicios, en dependencia de los recursos con que cuente la empresa y a las zonas donde se podría aplicar la tecnología. Este procedimiento se muestra en la figura 2, los bloques de dispositivos, de red de acceso, plataforma y aplicaciones serán detallados posteriormente.

Para comenzar a desarrollar las ofertas, se puede partir de dos elementos: dispositivos o red de acce-

so, a los cuales se les ha otorgado el mismo nivel de preferencia, y que, de acuerdo a los requerimientos y la ubicación del servicio, se priorizará uno u otro indistintamente.

**Bloque de Red de Acceso:** Si se inicia por la red de acceso esta estará limitada por la zona geográfica en la cual se implementará el servicio, las prestaciones que se requieren de la misma, como

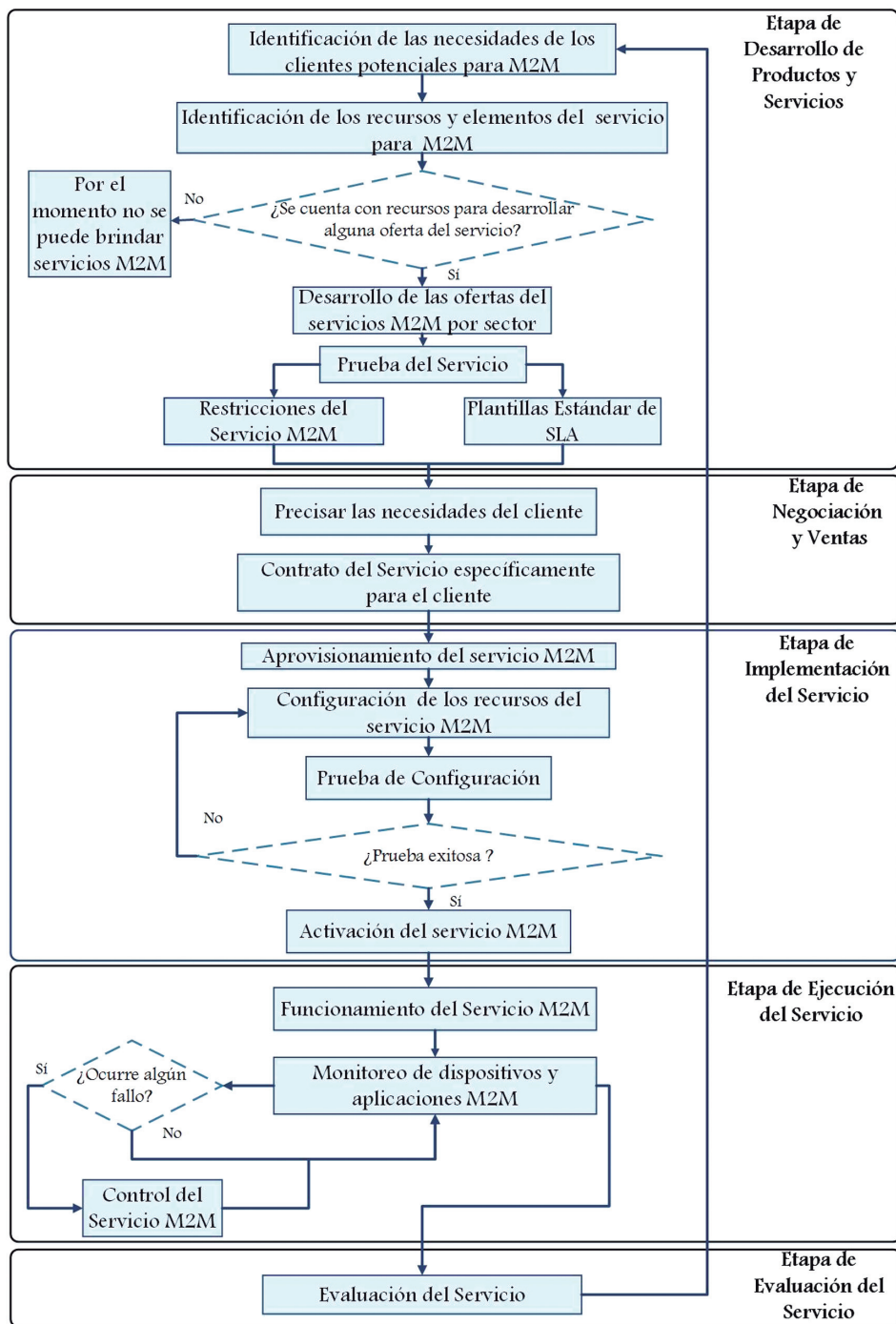


Figura 1. Procedimiento para ofrecer servicios M2M (Desarrollo propio)

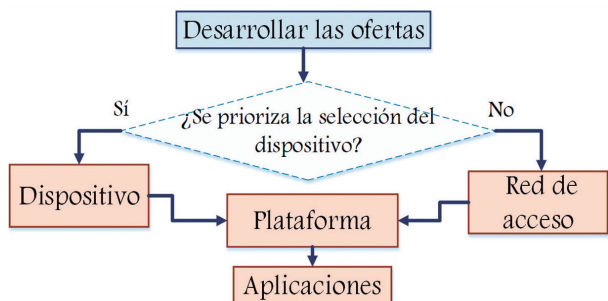


Figura 2. Procedimiento general para desarrollar ofertas de los servicios M2M (Desarrollo propio)

pueden ser: velocidad de transmisión, seguridad, entre otros, y las limitantes del SP. Este bloque se muestra en la figura 3.

A continuación, se comprueba si es necesaria la utilización o no de un Gateway para el diseño del servicio. Es importante destacar, que el mismo debe ser capaz de soportar la red de acceso previamente escogida.

Si el mismo no es necesario, entonces se salta al bloque de Dispositivos. Una vez seleccionado el Gateway se debe determinar si se requiere o no la utilización de los protocolos propietarios, pues cabe la posibilidad de que trabaje solamente con determinado protocolo propietario que limite la selección del dispositivo a uno en específico, o a un solo fabricante. Lo mismo ocurre con el caso de la plataforma y las aplicaciones.

En el caso de que no se empleen este tipo de protocolos se procede a seleccionar los dispositivos, los cuales deben estar acorde a los protocolos e interfaces de comunicación que puede soportar el Gateway, y a las funciones que demande de ellos el sector. En este momento de la elección se escoge la red de área M2M, la cual estará limitada por la que soporta el dispositivo y por supuesto, la que soporta el Gateway.

Luego se deben escoger, en el caso en que no se haya hecho previamente, los protocolos los que determinarán parámetros de la red, tales como: seguridad, QoS, velocidad, entre otros.

Cuando se concluye este proceso se pasa al bloque Plataformas que se muestra en la figura 5.

**Bloque de Dispositivo:** Otra opción sería comenzar por los dispositivos, los que dependerán del sector y su función. Este bloque se muestra en la figura 4.

Vale aclarar que si la selección ha sido comenzada por el bloque Red de acceso entonces el dispositivo tiene que soportar la red de acceso previamente definida. Una vez seleccionados los dispositivos será necesario determinar, cuáles protocolos se implementarán, de acuerdo a si son propietarios o no. Estos estarán en correspondencia con el soportado por el dispositivo y serán los que garantizarán la comunicación, la gestión de la red y la seguridad. Si los protocolos escogidos son propietarios, existe la posibilidad de que este sea específico de una solución, o sea, cada dispositivo estará

configurado para trabajar solamente con Gateway, plataformas y aplicaciones determinadas.

En el caso de que no se hayan escogido protocolos propietarios, se continúa a decidir si es necesario contar con Gateway para el diseño.

Si se decide utilizar el Gateway se debe escoger la red de área, la que deberá ser soportada tanto por este como por los dispositivos.

Luego se prosigue a seleccionar los protocolos, si estos no han sido seleccionados, partien-

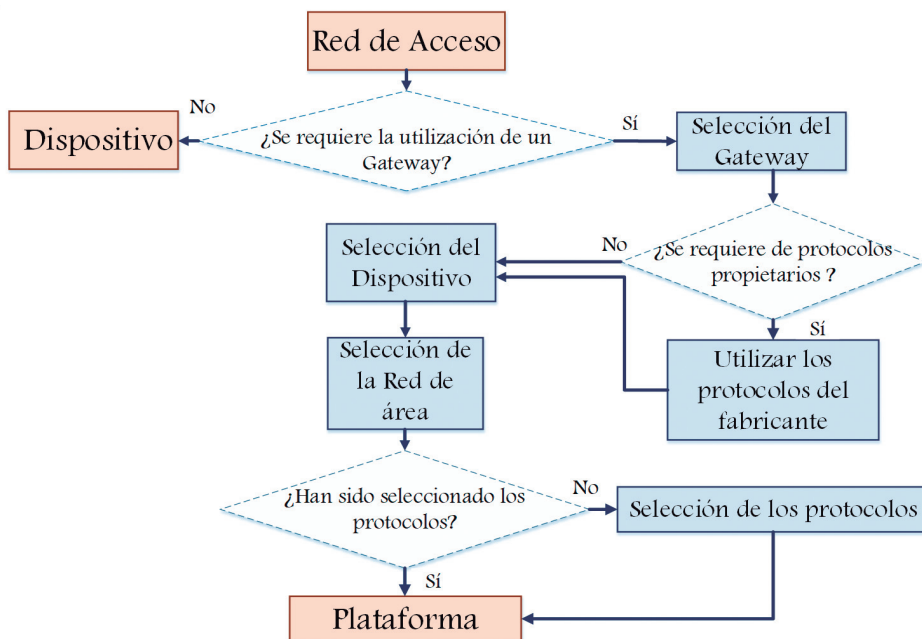


Figura 3. Bloque de Red de Acceso (Desarrollo propio)

do de que los dispositivos y los Gateway los soporten. Finalmente se escoge la red de acceso, que estará en correspondencia con la que soporta el Gateway y las prestaciones que se requieran de la misma.

Cuando se concluye este proceso se pasa al bloque Plataformas que se muestra en la figura 5.

**Bloque de Plataformas:** Cuando la oferta cuenta con todos los aspectos antes mencionados, o sea, se determinaron todos los elementos, empezando por uno u otro bloque es necesario definir sobre que plataformas M2M correrán las aplicaciones M2M, teniendo en cuenta que las mismas utilicen los protocolos seleccionados.

Se debe prever el lugar donde será gestionado el servicio y por supuesto si se pudiera implementar en la nube. Además, se debe puntualizar si se necesita escoger una solución propietaria, ya que puede que los dispositivos y Gateway anteriormente escogidos sean de fabricantes propietarios y solo trabajen con este tipo.

En ambos casos, se deberá decidir si las mismas se implementarán en la nube del SP, pues de ser así la selección debe permitir hacerlo, sino será necesario elegir algunas que se implementen en otras infraestructuras.

Independientemente de la elección, se deberá continuar con el bloque de **Aplicaciones**, que se muestra la figura 6, para decidir que aplicaciones M2M se deben utilizar en el servicio para realizar la oferta.

**Bloque de Aplicaciones:** Igual que ocurre en el bloque de plataformas puede suceder que se necesite escoger aplicaciones de fabricantes debido a la anterior selección

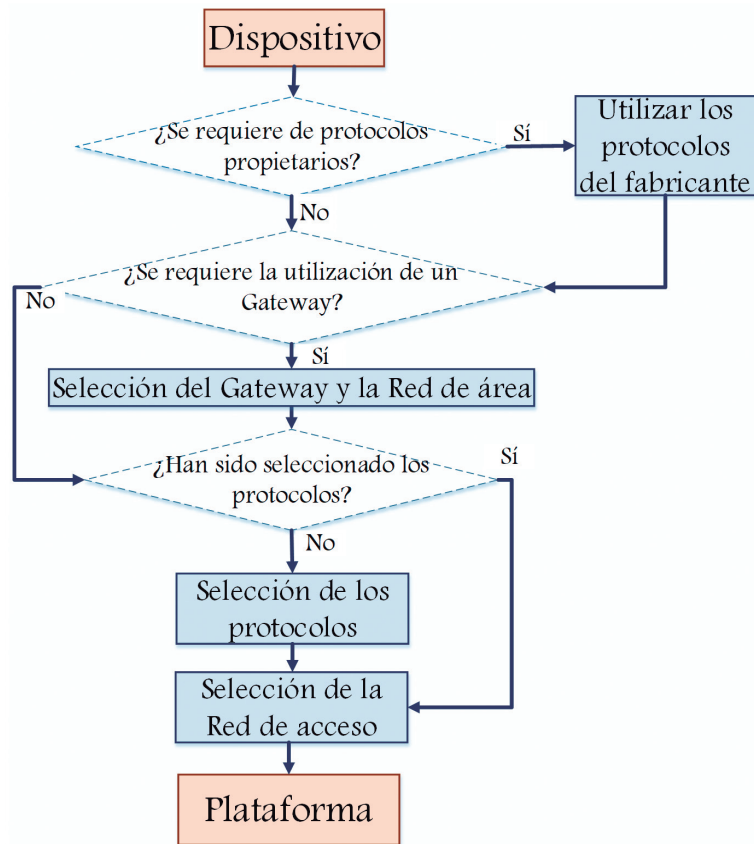


Figura 4. Bloque de Dispositivo (Desarrollo propio)

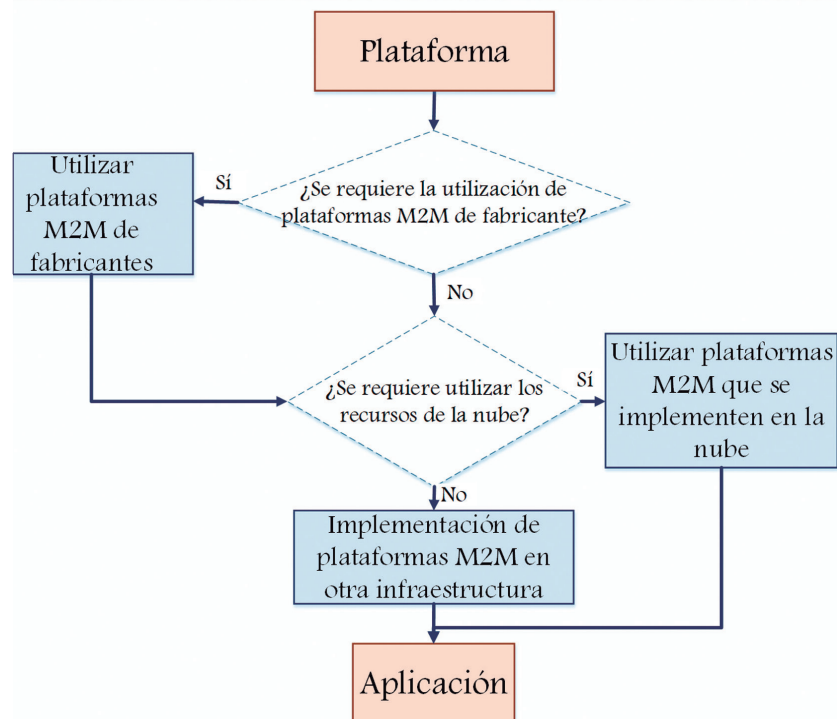


Figura 5. Bloque de Plataformas (Desarrollo propio)

de las plataformas propietarias, en cuyo caso se deben utilizar estas, o desarrollar, sobre estas plataformas, soluciones que respondan a necesidades del cliente en particular.

En caso de que se necesiten o no aplicaciones propietarias, se deberá especificar si se desea implementar dichas aplicaciones en la nube, pues de no requerirse, se deberán implementar en otras infraestructuras que no utilicen esta tecnología.

### Negociación y ventas

En esta fase se realiza la negociación con el cliente el cual se suscribe a una oferta de servicio propuesta, con o sin restricciones. Esta negociación será definitiva para la selección del camino a seguir en la creación del proyecto, el cual estará limitado por los requerimientos del cliente al cual se le ofrecerá el servicio y, por supuesto, el sector al cual será aplicado. Para determinar estos aspectos fundamentales es necesario definir los acuerdos del negocio del cliente, conociendo una entrevista con él, de manera que se pueda conocer, desde el punto de vista del consumidor, lo que desea implementar en su red, o al menos llegar a un consenso con el SP de lo que es posible realizar de acuerdo a las ofertas antes concebidas.

Determinados todos estos aspectos se continúa a realizar el contrato del servicio; específico para cada cliente. Dentro del contrato del SLA existen especificaciones que deben aclararse durante la negociación entre las que están: la selección de los valores de los parámetros de los SLA aplicables a una instancia específica del servicio, los costos incurridos por el cliente al firmar el SLA, los costos incurridos por el SP cuando ocurre una violación del SLA, la definición de los reportes asociados con el servicio. Las tarifas del servicio dependerán del tiempo de activación del servicio y de la cantidad de dispositivos que serán necesarios utilizar.

Si en este proceso de negociación el cliente desea agregar una capa más de seguridad a su red, entonces se implementarán los protocolos de este tipo. Una vez establecido los términos de la negociación se continúa a la siguiente fase explicada a continuación.

### Implementación del servicio

Es la fase donde el servicio se habilita para el cliente, e incluye el aprovisionamiento de la red y la

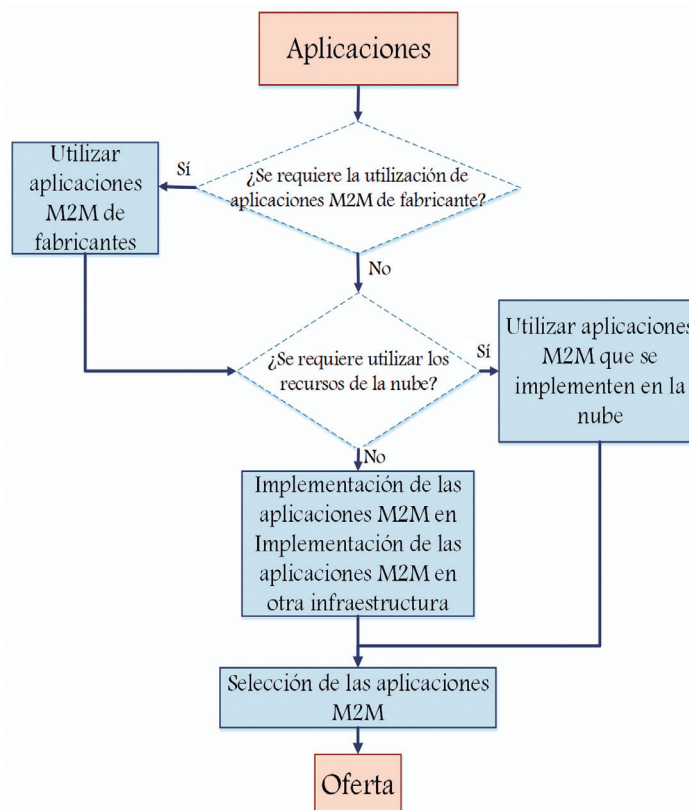


Figura 6. Bloque de Aplicaciones (Desarrollo propio)

orden de instalación del servicio; para lo primero se seleccionan los recursos del servicio, que como antes se ha mencionado son la cantidad de dispositivos M2M, *Gateway*; de ser necesarios, las plataformas donde correrán las aplicaciones M2M, y las tecnologías de red que se implementarán. Una vez escogidos estos, se procede a la configuración general de la red para soportar el servicio y a la configuración de la red para habilitarle un servicio específico al cliente con el que se acordó un determinado SLA. Cuando ya se halla configurado la red se necesitará probar si la configuración ha sido ejecutada con éxito, de ser así se procede a la activación del servicio para el cliente, donde a partir de aquí comenzará el funcionamiento del servicio y en este momento el SP podrá comenzar a cobrar la factura de acuerdo a lo estipulado en el contrato de SLA. En el caso que existan problemas de configuración, se volverá a realizarla. Luego se prosigue a la fase de ejecución.

### Ejecución del Servicio

Esta etapa de ejecución comienza con el funcionamiento del servicio. Es de suma importancia

pues aquí se realizará la gestión del servicio M2M, mediante sistemas de monitoreo, de los dispositivos y aplicaciones M2M, para verificar su correcto funcionamiento, cubiertos por los SLA. Mientras se encuentra activo el servicio, se obtendrán en tiempo real reportes para la verificación de la calidad del servicio (QoS: por sus siglas en inglés, Quality Of Service). Si ocurriera algún **fallo** se pasaría a controlarlo, es decir aplicar las medidas antes establecidas en los SLA.

Es importante señalar que este **monitoreo** se realizará en todo momento durante la prestación del servicio M2M, ya que ayuda a mejorar la calidad del mismo.

Este sistema de gestión se realizará, como es característico de la tecnología M2M, de manera remota, y utilizando para ello las plataformas predefinidas en la oferta que más se adecuó a las necesidades del cliente, tal y como se explicó anteriormente.

Además del manejo en tiempo real de las violaciones de los SLA, esta fase del procedimiento puede contar con: auditorías técnicas, donde se realizan informes de gestión, y monitorización absoluta de los parámetros previamente establecidos por el SP.

Esta etapa es la encargada de llevar el registro y control de las violaciones incurridas en los SLA y de emitir los informes de QoS a los clientes, obteniendo, desde la base de datos, los detalles de los recursos asociados a cada instancia de servicio.

Después de haberse realizado lo antes expuesto se procede a la última etapa del procedimiento propuesto.

### Evaluación del Servicio

Este período de evaluación del servicio, contribuye a potenciar la calidad de los servicios que se ofertan, ya que la empresa que ofrece el servicio puede comprobar si se cumple con lo prometido, y sino retornar a la primera etapa de desarrollo del servicio y potencializarlo. Esta evaluación se concibe de dos maneras: periódica y globalmente. Para poder realizarlo periódicamente el período debe ser fijado en el contrato de servicio entre el Cliente y el SP, y de forma global se relaciona con las metas globales de calidad del SP y con sus objetivos.

La evaluación periódica del contrato del SLA con un Cliente tiene en cuenta:

Calidad de los productos al Cliente.

Satisfacción del Cliente con la Calidad del Servicio ofrecido.

Cambios de las necesidades del Cliente.

Puede incluirse una mejora del servicio, posiblemente aumentando las tasas dependiendo de los precios del mercado, así como una rápida respuesta a los requisitos cambiantes del cliente.

La evaluación de las metas globales de un SP tiene en cuenta:

Calidad de Servicio global (a todos los Clientes).

Reestructuración de los objetivos del Servicio.

Reestructuración del funcionamiento del Servicio.

Identificación de los problemas para mejorar el Servicio.

Creación de diferentes niveles de SLA.

En una segunda fase de evaluación se consideran los objetivos generales de calidad de internos del proveedor de servicios, sus objetivos y gestión de riesgo.

Con esta etapa concluye el procedimiento propuesto.

### Validación del procedimiento

Para la validación práctica del procedimiento propuesto se escogió a Tecnomática, empresa cubana reconocida por el desarrollo de aplicaciones informáticas, que brinda servicios a la empresa también cubana EMCOR, que en la actualidad se encuentra desarrollando un proyecto de automatización del sistema de ductos.

La validación está enfocada específicamente en el oleoducto Varadero-Matanzas, aunque el objetivo fundamental del proyecto es que Tecnomática brinde el servicio no solo a este, sino también a los demás oleoductos que se encuentran en la Franja Norte desde Cárdenas a La Habana, en Cuba.

En este caso se desean implementar los servicios M2M en el sector de la industria petrolera para automatizar el sistema de ductos de petróleo y gas, lo cual permite mejorar la seguridad del sistema, prever futuros daños al medio ambiente, el cumplimiento de regulaciones y la demanda de una mayor eficiencia operativa, para lo cual se necesitan incluir los controles de las magnitudes físicas: temperatura, flujo y presión.

Teniendo en cuenta cada una de las etapas que componen el procedimiento se procede a aplicarlas en este caso en particular.

**Cliente potencial:** Empresa de Ductos

**Necesidades:** Automatizar el sistema de ductos de petróleo y gas.

**Capacidad de la red:** Tecnomática suministra los Servicios Agregados a través del Nodo Central de Telebas, para esto cuenta con una infraestructura modernizada y con alta capacidad de procesamiento de datos y disponibilidad de conectividad. Dicha infraestructura tiene la capacidad de integrar la nueva generación de servicios que se ejecutan sobre la red de Telebas, tales como Infraestructura como Servicio (IaaS, por sus siglas en inglés Infrastructure as a Service) y Software como Servicio (SaaS, por sus siglas en inglés Software as a Service). La empresa cuenta, además con módems y antenas GPRS y con toda una infraestructura de red inalámbrica, basada en la tecnología ISA-100, desplegada a lo largo de la Franja Norte cubana.

**Recursos del Servicio:** Sensores de flujo, temperatura, nivel y presión para el gas y el petróleo, detectores de sustancias químicas como: CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>, entre otros. Módulos de interconexión, transductores, Gateway tecnologías de red para M2M, plataformas de gestión y aplicaciones.

**Elementos del Servicio:** Servicios M2M para el sector de la Industria petrolera.

A partir de la previa adquisición por Tecnomática de los recursos M2M, se elaboraron las ofertas; las cuales tenían en cuenta que los ductos abarcan grandes áreas geográficas y que ya la empresa contaba con la infraestructura de red para brindar el servicio se concluyó que la limitante para desarrollar las ofertas era la red

de acceso. Además, aunque los dispositivos se puedan conectar directamente, se recomendó la utilización de un Gateway en todas las ofertas, por razones de seguridad, escalabilidad, entre otras.

Se elaboraron dos ofertas, una basada en la Red de Acceso GPRS y otra en ISA-100, por ser con las que cuenta la empresa.

Finalmente se procedió a la confección de las planillas del SLA; una por cada oferta, las cuales contemplaban el alcance y los objetivos del servicio M2M, las consecuencias legales, los parámetros de QoS, los límites previstos para el soporte de determinadas aplicaciones, el tiempo en que estará vigente la activación del servicio, y las posibles excepciones de pago de la factura en dependencia de alguna interrupción del servicio. Además de requisitos técnicos como son la disponibilidad y el tiempo de recuperación ante la falla, seguridad, y precios de los productos que el cliente desee adquirir o necesitar.

Se concibió la entrevista con el cliente determinándose que la oferta a la que se iba a suscribir era la de la Red GPRS por ser la que mejor se adecuaba a sus necesidades y la que mejores prestaciones le ofrecía.

Teniendo en cuenta la selección del cliente, se ajustó la oferta a los requerimientos de seguridad, de cantidad de dispositivos necesarios y se estableció el costo del proyecto para ese caso.

La idea original, teniendo en cuenta la comunicación entre las diversas oficinas se muestra a continuación en la figura 7.

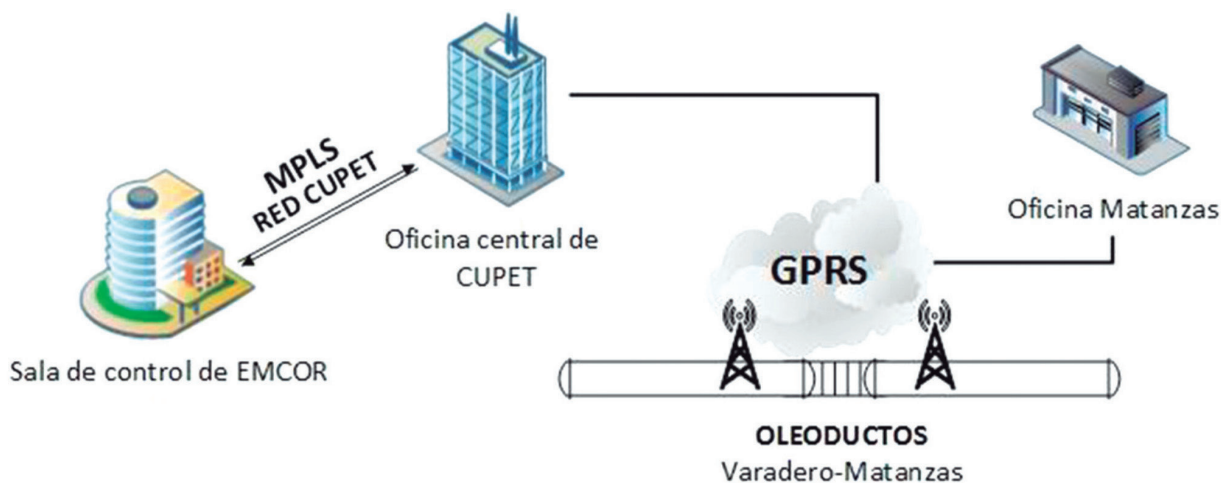


Figura 7. Concepción de la Red (Desarrollo propio)

Para proceder con la implementación del servicio fue necesario conocer las características del oleoducto en el cual se deseaba implementar el servicio, para poder determinar el equipamiento necesario, así como los parámetros físicos y operacionales que de él se demanda.

El ducto posee una longitud total de 73.90 Km, formado por una estación inicial, una final, y 18 estaciones de corte. Para la realización de las mediciones se deben equipar a las instalaciones iniciales y finales, con sensores de flujo para el monitoreo del balance de volumen. En las estaciones intermedias será necesario medir valores como temperatura y presión. Aunque en una segunda fase del proyecto se deseaban incorporar otros tipos de sensores.

Dadas estas características se determinó que sería necesario contar con 18 sensores de presión y temperatura, ubicados cada uno en las estaciones intermedias de corte, y 2 sensores de flujo, uno para cada

estación extremo. Además de 20 Gateway debido a que las distancias entre dichos sensores eran extremadamente largas y la opción cableada no era viable. Para conectar los Gateway con los sensores se requirió de 11 nodos Waspote (Yokogawa, s.f.a), pues soportan hasta 4 dispositivos conectados a la vez.

Teniendo en cuenta cada uno de los aspectos anteriores la red quedó como se muestra en la figura 8, lo cual permitió resolver los requerimientos y necesidades del cliente.

### Conclusiones

En la investigación recogida en el presente artículo se precisan los principales elementos a tener en cuenta para el uso de la tecnología M2M.

Se confeccionó una propuesta de procedimiento para brindar servicio M2M, a cualquier sector y escenario del mismo, contemplando las etapas del ciclo de vida de los SLA.

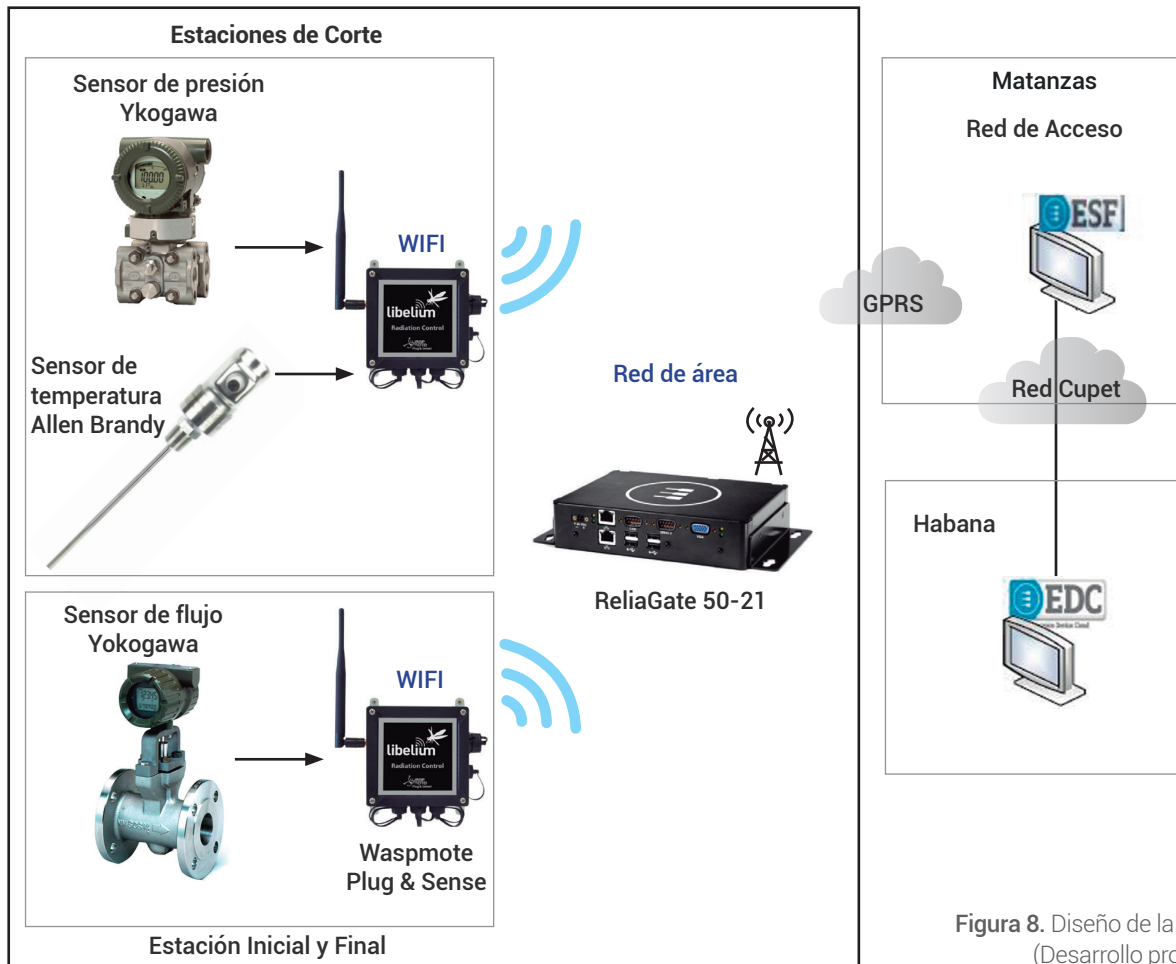


Figura 8. Diseño de la Red (Desarrollo propio)

Aplicar los SLA le permite al proveedor de servicios realizar propuestas que estén acorde a las necesidades del mercado y de los clientes potenciales.

Además, se realizó un procedimiento para desarrollar ofertas de servicios M2M, de forma tal que se cuente con una herramienta para confeccionar diferen-

tes variantes de forma rápida, teniendo en cuenta todas las posibles vertientes de la solución.

Este trabajo culminó con la validación de los procedimientos propuestos, a partir de su aplicación en el proyecto de automatización de los ductos llevado a cabo por la empresa proveedora de servicios Tecnomática.

## Referencias

- Eurotech. (s.f.). *IoT Gateways MultiService Gateways for M2M IoT applications*. Obtenido de Eurotech: [https://www.eurotech.com/en/products/iot#subcat\\_10](https://www.eurotech.com/en/products/iot#subcat_10)
- Gafas, G., & Anías, C. (2016). Sistema para la gestión en redes no comerciales de los SLA en la etapa de ejecución. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 37 (2).
- Libelium Comunicaciones Distribuidas. (2019a). *Waspnote Plug & Sense! Sensor Guide*. Obtenido de Libelium: [www.libelium.com/development/plug-sense/documentation/waspnote-plug-sense-sensor-guide/](http://www.libelium.com/development/plug-sense/documentation/waspnote-plug-sense-sensor-guide/)
- Libelium Comunicaciones Distribuidas. (2019b). *Waspnote Technical Guide*. Obtenido de Libelium : [www.libelium.com/downloads/documentation/waspnote\\_technical\\_guide.pdf](http://www.libelium.com/downloads/documentation/waspnote_technical_guide.pdf)
- Seung, C., Hyun, K., y Jong, P. (2015). CoAP-Based Mobility Management for the Internet of Things. *Sensors*, 16060-16082.
- Universidad Internacional de Valencia. (2018). *Redes de datos, todo lo que hay que saber sobre ellas*. Obtenido de Universidad Internacional de Valencia: <https://www.universidadviu.com/redes-de-datos-todo-lo-que-hay-que-saber-sobre-ellas/>
- Yokogawa (s.f.a). *Creating value through OT-IT convergence*. Obtenido de Yokogawa Electric Corporation: <https://www.yokogawa.com/solutions/solutions/industrial-iot/>
- Yokogawa. (s.f.b). *YTA610 Temperature Transmitter*. Obtenido de Yokogawa Electric Corporation: <https://www.yokogawa.com/au/solutions/products-platforms/field-instruments/temperature-transmitters/field-mount/yta610-temperature-transmitter/>
- UIT (2003). *Requisitos de gestión de calidad de servicio/acuerdo de nivel de servicio a través de la interfaz X de la RGT para servicios del protocolo Internet* (UIT-T M.3341). Recuperado de <https://www.itu.int/rec/T-REC-M.3341-200312-I/es>



# Plataforma IoT para el Monitoreo y Control Remoto de Estaciones No Atendidas empleando Arduino+Gsm

## IoT Platform to Monitor and Remotely Control Standalone Stations by Using Arduino+GSM

Dr.Sc. Dioen Biosca Rojas<sup>1</sup>, Ing. José Ignacio Yera Pompa<sup>2</sup>, Ing. Rainer Léster Ruiz Delgado<sup>3</sup>

Recibido: 09/2018 | Aceptado: 03/2019

### PALABRAS CLAVE

IoT, Arduino  
GSM, Monitoreo  
Control Remoto  
Programación Android

### RESUMEN

Se propone una plataforma de monitoreo y control remoto, empleando la red celular GSM —*Global System for Mobile Communications*—, para estaciones no atendidas. Dentro de este tipo de estaciones pueden encontrarse las de telecomunicaciones, meteorología, pozos de extracción petrolera, entre otras, lo cual da al sistema propuesto una gran versatilidad y aplicación. Este sistema cuenta con un módulo de hardware que se instala en la estación en cuestión, que contiene el controlador de la estación basado en el hardware libre Arduino y su set de sensores y actuadores asociados, así como un módulo de expansión GSM para la comunicación con la aplicación de control. El segundo elemento es la aplicación de control en sí, desarrollada para ser instalada en dispositivos Android y facilitar de esta manera el monitoreo y control de la estación de forma no presencial desde cualquier tableta o teléfono móvil que porten los supervisores. El intercambio de información entre los terminales de administración y el módulo de control de la estación ocurre por medio del servicio de mensajes cortos o SMS propio de GSM.

### KEYWORDS

IoT,  
Arduino,  
GSM,  
Monitoring,  
Remote Control  
Android Programming

### ABSTRACT

This research proposes a platform to monitor and remotely control by using the GSM —*Global System for Mobile Communications*— mobile network for standalone stations such those used in telecommunications, meteorology, drilling oil wells and others. This platform provides the proposed system with a great versatility and application. It has a hardware module that is installed in the targeted station, having the station controller based on the open hardware Arduino and its set of related-sensors and actuators, as well as a GSM expansion module for the communication with the control application. This paper also proposes the control application itself, as a second element, developed to be installed in Android devices and thus to enable the station remotely-operated monitoring and control from any tablet or mobile phone carried by supervisors. Information exchange between the administration devices and the station control module takes place through the short message service (SMS), common in GSM.

1 Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", Cuba. biosca@copalnet.co.cu

2 Grupo Empresarial PALCO S.A., Cuba. nashy@ccpalco.palco.cu

3 Cubavisión Internacional ICRT, Cuba. rainervedado8308@gmail.com

## Introducción

Tradicionalmente el despliegue de redes de Telecomunicaciones o de otro tipo, implica la instalación de numerosos elementos de red, en ocasiones en lugares remotos o distantes, con el objetivo de brindar servicios a determinadas áreas geográficas. Como es sabido existen numerosos enclaves de este tipo que no cuentan con personal técnico permanente para la realización de actividades de monitoreo, mantenimiento, etc. Con el mismo desarrollo de las redes de transmisión de datos se ha propiciado la construcción de centros de gestión desde los que se pueden hacer estas labores de forma centralizada y remota. Por otra parte, este tipo de centros requieren que el personal supervisor este físicamente en los centros de gestión, veinticuatro horas del día, todos los días del año, vigilando la ocurrencia de eventos de diversa índole: alarmas, interrupciones de servicio, roturas, etc., frente a los terminales de gestión, labor costosa y por demás agotadora.

El presente trabajo propone una alternativa de solución ante esta problemática, que puede ser de gran interés para compañías que requieren la supervisión continua de sus instalaciones no atendidas; dentro de las que pueden citarse estaciones de control de variables meteorológicas, pozos de extracción petrolera, instalaciones de almacenamiento, las ya mencionadas estaciones de Telecomunicaciones, entre otras.

El sistema que se propone cuenta de dos partes fundamentales: un módulo de hardware, basado en hardware libre Arduino y su set de sensores y actuadores. Este último se instala en las estaciones que se desea monitorear y/o controlar de forma remota y una aplicación de control, o sea un software, que se emplea para realizar todas las acciones de monitoreo y control remoto, que se ha desarrollado para su instalación en dispositivos Android, tanto tabletas como teléfonos móviles. Esto tiene como objetivo de facilitar las acciones de control remoto, prácticamente en tiempo real, veinticuatro horas del día, todos los días del año, sin necesidad para el supervisor de permanecer físicamente en las instalaciones de un centro de gestión propiamente dicho.

La solución propuesta emplea el servicio de mensajes cortos o SMS, propio de la tecnología GSM, para establecer el intercambio de información de supervisión entre la estación remota y los terminales de administración (Mamani, 2017) (Sarabia, 2015). Por este motivo la única condición que se requiere para el

despliegue del sistema es que las estaciones remotas a supervisar se encuentren dentro de la zona de cobertura de la red de telefonía celular nacional, al igual que los terminales de administración al momento de efectuar acciones de control sobre las estaciones.

Cabe señalar que la solución propuesta entra en la clasificación de sistema IoT —*Internet of Things*— puesto que el módulo de hardware principal puede ser conectado a Internet mediante el empleo de un módulo de expansión Ethernet llamado *Ethernet Shield*, es solo debido a las actuales limitaciones de conectividad nacional y al hecho de que la conexión inalámbrica facilita su operación, que no se planteó esta variante como alternativa de conexión; todos los demás elementos propios de un sistema IoT tales como la inteligencia propia, el control de sensores y actuadores de forma remota, así como la interfaz para la interacción con humanos, están presentes.

## Materiales y métodos

### Arquitectura del Sistema

Como se mencionó previamente el sistema está compuesto por dos partes fundamentales: el módulo de la estación, hardware y la aplicación de monitoreo y control, software, como se aprecia en la figura a continuación (Grey, 2014) (Sarabia, 2015).

El módulo de la estación, que se instala y se despliega en la instalación que se desea monitorear, está compuesto por un controlador Arduino Mega, al que se conectan cuantos sensores y actuadores como elementos se desee controlar y/o monitorear en la estación. Poniendo como ejemplo el caso de la figura 1 en la que se representa una estación de Telecomunicaciones, los puntos de interés a monitorear pueden ser las puertas

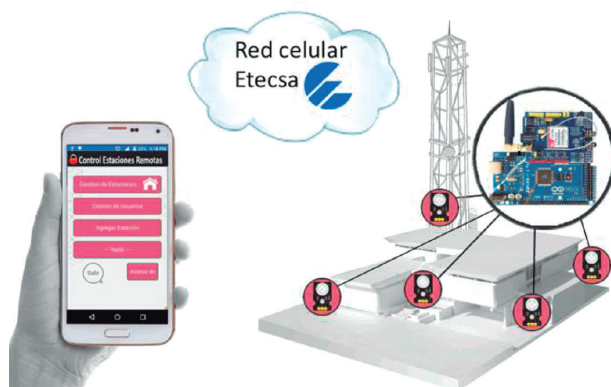


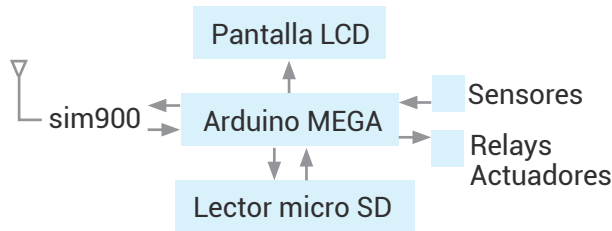
Figura 1. Arquitectura de la plataforma de monitoreo propuesta

y ventanas de acceso a la instalación, el nivel de combustible en la planta de emergencia, la temperatura y la humedad en la sala tecnológica, entre otras variables (Gray, 2014) (Kabir, 2017).

El otro elemento del sistema es el software de control, al que también se le dedica una sección más adelante, que al instalarse sobre un dispositivo móvil permite a los supervisores recibir toda una gama de informaciones pre programadas y realizar acciones de control sobre la estación desde cualquier lugar donde exista cobertura de la red celular nacional.

### Diseño del Módulo de la Estación

La estructura del módulo de la estación se muestra en la figura 2 a continuación.



El núcleo principal del controlador de la estación está formado por una placa Arduino Mega 2560 R3, como la mostrada en la figura 3. Se emplea esta placa debido fundamentalmente a la mayor cantidad de pines de entrada-salida que posee para la conexión de un mayor número de sensores y actuadores en la estación.

El otro elemento principal, antes de mencionar el juego de sensores y actuadores, es el módulo de extensión SIM900 (figura 4). Este módulo es prácticamente un teléfono móvil, al mismo se le inserta una tarjeta SIM con un número telefónico propio y a partir de ahí se puede establecer comunicación vía SMS con el módulo de la estación.

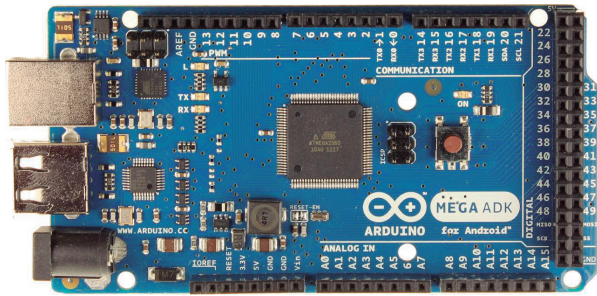


Figura 3. Placa Arduino Mega, empleada como controlador del módulo de la estación

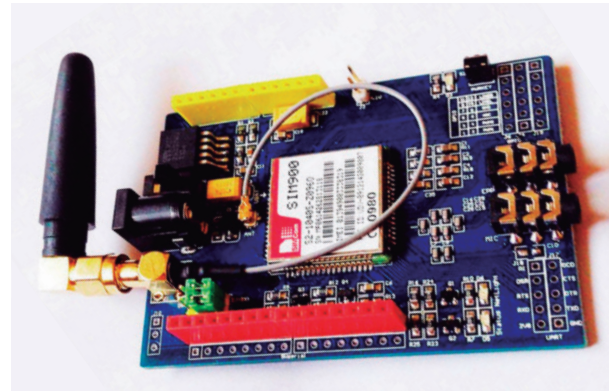


Figura 4. Módulo de extensión SIM900 para la comunicación con el módulo de la estación vía SMS

La comunicación entre el Arduino Mega y el módulo SIM900 se lleva a cabo por medio de comandos AT, con los que se pueden implementar todas las funciones básicas de comunicación que se necesitan. El estado de la comunicación entre el controlador y el módulo SIM900, así como el reporte de operaciones durante el encendido del sistema (booting) y otras acciones se pueden observar en una pantalla LCD, también compatible con Arduino, como la que se muestra en la figura 5.

A modo de demostración se armó una maqueta con un número limitado de sensores: un sensor PIR (Passive Infrared Sensor) de movimiento, el sensor de temperatura DS18B20 y un sensor de nivel de líquido, todos estos pertenecientes al set de sensores de Arduino. Los sensores empleados se muestran en la figura 6.

Para el manejo de los actuadores se empleó un módulo de expansión de cuatro relés, con los cuales se pueden manejar cargas de mayor nivel de corriente como lámparas de iluminación, accionamientos para apertura y cierre de puertas, accionamientos para motores y bombas de agua o combustible, etc. El módulo de relés empleado se muestra en la figura 7.

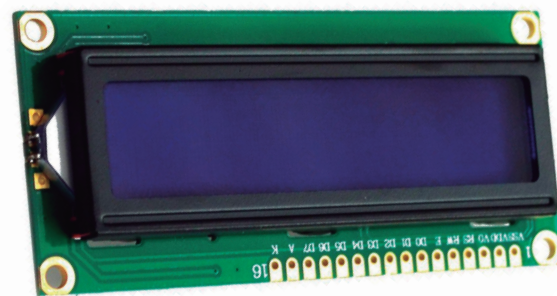


Figura 5. Pantalla LCD para el control del estado del sistema

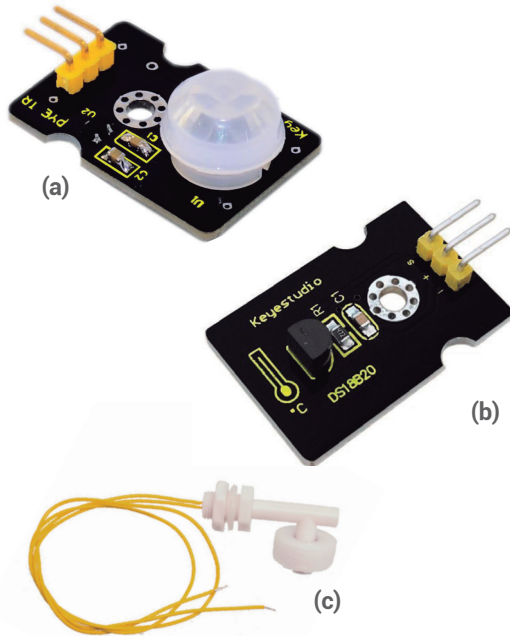


Figura 6. Sensores empleados en la maqueta de sistema propuesto. (a) Sensor PIR de movimiento. (b) Sensor de temperatura DS18B20. (c) Sensor de nivel de líquido.

El sistema también cuenta con un pequeño módulo de expansión que consiste en un lector micro SD para el almacenamiento de todos los logs del sistema con su estampa de tiempo correspondiente.

### Descripción Funcional del Módulo de la Estación

El módulo de control de la estación se instala lógicamente en el sitio que se desea monitorear. Estos sitios, en dependencia de la aplicación de que se trate, pueden estar localizados en ambientes urbanos, suburbanos, rurales o incluso en locaciones remotas donde el acceso puede ser limitado o difícil.

Por este motivo el sistema incluye una serie de funciones para facilitar su administración y garantizar la seguridad en la operación del mismo como se describirá a continuación.

### Despliegue del Módulo de la Estación

Para el despliegue del módulo de control de la estación es necesario instalarlo físicamente en el sitio que se va a monitorear. Este paso incluye la instalación y verificación de todos los sensores que se vayan a desplegar, por ejemplo, sensores de presencia en locales, sensores para detectar la apertura de puertas y ventanas, sensores de temperatura y humedad para el control de salas tecnológicas, etc. Debe hacerse lo

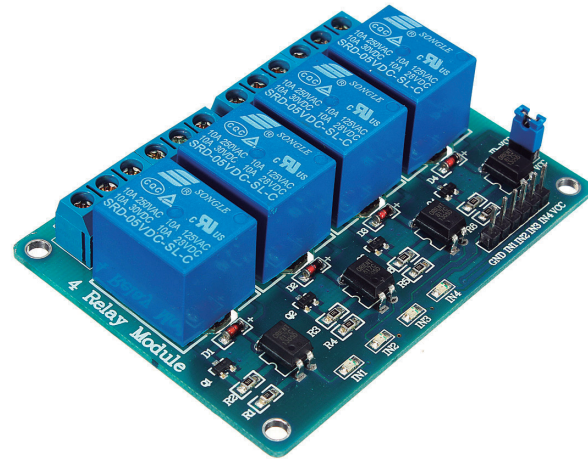


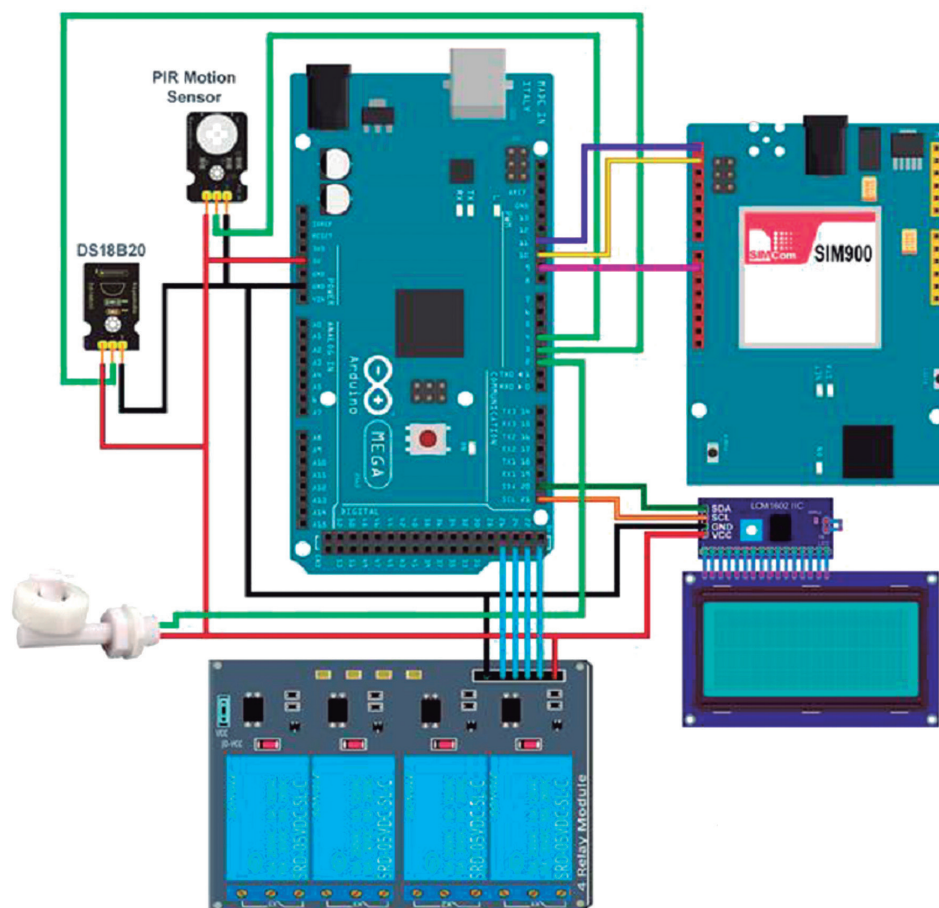
Figura 7. Módulo de extensión de cuatro relés para el manejo de cargas de mayor corriente

mismo con los actuadores, es necesario comprobar el funcionamiento del sistema para el encendido y apagado de luminarias, motores, bombas de agua o combustible, accionamientos para la apertura de puertas, etc.

Este paso requiere de la configuración de todos estos elementos en el controlador de la estación y debe hacerse *in situ* ya que depende de las particularidades del lugar en sí mismo. Cada sitio que se vaya a monitorear puede tener características diferentes y es necesario adaptar la programación del controlador a cada uno de ellos.

### Registro del Terminal de Administración

Una vez terminada la configuración preliminar del controlador, en lo relativo a la cantidad y el tipo de sensores y actuadores, se procede a registrar el terminal de administración primario. Este es el dispositivo móvil del supervisor principal del sitio. Este registro se hace por motivos de seguridad, en el mismo se le declara al controlador de la estación un identificador único, que se arma a partir del código IMEI del dispositivo móvil, su número telefónico y los datos personales del supervisor, este código queda registrado en el controlador de la estación y vendrá identificando las comunicaciones que provengan del terminal de administración ya durante el funcionamiento del sistema. De esta forma se evita que pueda copiarse el software de control de la estación de un terminal a otro y se realicen acciones de supervisión por personal no autorizado. Cada vez que se inicia una comunicación entre el terminal de supervisión y el módulo de la estación, este comprueba que el



**Figura 8.** Esquema general de conexión del módulo de la estación para la maqueta realizada con fines demostrativos, el número de sensores y actuadores a emplear puede ser superior en función de la cantidad de elementos a controlar.

código que viene en la solicitud de inicio de sesión de supervisión coincide con el código que tiene registrado, validando así que la comunicación proviene de un terminal de supervisión autorizado.

En caso de pérdida del terminal registrado por parte del supervisor, aún la persona que lo pueda encontrar tendría que conocer el nombre de usuario y la contraseña necesarias para poder acceder a la aplicación de supervisión, con lo cual se añade seguridad adicional al sistema, esta parte se describirá en el apartado sobre el diseño de la aplicación de supervisión más adelante.

### Consideraciones de Seguridad

El primer elemento de seguridad es el registro del terminal de administración primario descrito con anterioridad, adicionalmente y debido a que el módulo de la estación posee un terminal de la red móvil celular para su comunicación con los supervisores y, por tanto, puede recibir llamadas o mensajes de cualquier otro terminal, ya sean estos los terminales de supervisión u

otros; hay que preparar el hardware del controlador de la estación para discernir entre comunicaciones relacionadas con la supervisión real del sitio y otras comunicaciones no autorizadas. De hecho, debe prepararse el sistema para evitar comunicaciones mal intencionadas que intenten, a propósito, realizar acciones de control sobre la estación sin autorización.

Es por ello que el tema de la seguridad en la comunicación, mediante el empleo de la red celular pública, cobra gran importancia. Para garantizar que la información de monitoreo y control de las estaciones no viaje en texto plano por la red, todos los mensajes que se intercambian entre los terminales de supervisión y las estaciones son encriptados al ser transmitidos y descryptados en el otro extremo. Por este motivo tanto en el módulo de la estación como en la aplicación de control se implementa un algoritmo de encriptación, de esta forma toda la información que fluye desde o hacia una estación monitoreada esta encriptada y la recepción de un SMS de este tipo no aportaría

información útil alguna a un terminal no registrado y declarado en el sistema.

Por la capacidad de procesamiento y almacenamiento del Arduino Mega 2560 R3 es posible lo anterior, en pos de su comprobación, se programó y probó el algoritmo de encriptación AES-128, aunque a los efectos de la demostración en maqueta se trabajó con un algoritmo mucho más ligero de sustitución-permutación.

#### Consideraciones de Energía

El tema de la energía podría considerarse dentro de los temas relativos a la seguridad, ya que si falla la alimentación del sistema se perdería totalmente el control sobre esta.

En lo que respecta a la energía, particularizando en los casos de instalaciones de Telecomunicaciones, normalmente se cuenta con la alimentación de la red pública y con otra fuente de alimentación secundaria que puede ser un generador de emergencia, de modo que si falla la alimentación de la red principal se puede conmutar en poco tiempo a la planta de emergencia y durante ese proceso todo el equipamiento del sitio queda respaldado por baterías.

En cualquier caso es necesario garantizar el respaldo de la alimentación del módulo de la estación, sobre todo en instalaciones remotas, de modo que pueda permanecer en funcionamiento y reportando eventos de supervisión aun cuando el sitio quede sin energía.

Adicionalmente se puede programar el controlador para que reporte de forma automática, empleando sus propios sensores, eventos de fallos eléctricos para alertar a los supervisores y tomar acciones correctivas cuanto antes.

## Protocolo de Comunicación y Estructura de los Mensajes

Para poder establecer una comunicación efectiva de forma remota a través de la red móvil entre el terminal de supervisión y el módulo de la estación, fue necesario desarrollar un protocolo de comunicación basado en mensajes de solicitud, llamados REQUEST y sus respuestas correspondientes o mensajes de tipo REPLY.

Por lo general los mensajes de tipo REQUEST son generados desde el terminal de supervisión, con los que se solicita al módulo de la estación información diversa. La estación responderá con un mensaje de tipo REPLY incluyendo la información solicitada.

En función del tipo de información o la operación de supervisión que se desee realizar el contenido del mensaje puede variar, aunque los mensajes tienen una estructura de trama bien definida como se aprecia en la figura 9.

El campo MSG\_ID identifica el tipo de mensaje que se está transmitiendo, se han definido inicialmente once tipos de mensajes diferentes para el intercambio de información entre la supervisión y el controlador, aunque podrían definirse más.

Los campos DATE y TIME contienen la fecha y la hora en que se emite cada mensaje.

El campo TYPE especifica si el mensaje es de tipo REQUEST o de tipo REPLY, según sea el caso.

El campo SENDER\_ID identifica el extremo que genera el mensaje, ya sea un terminal de supervisión o el controlador de la estación. Este campo es importante porque el sistema prevé la coexistencia de varias sesiones de supervisión sobre un mismo controlador y en ese caso este campo sirve al controlador para identificar con cual sesión de supervisión está asociado el mensaje en cuestión.

El campo DESTINATION\_ID es el identificador del extremo al que va dirigido el mensaje. Igualmente desde un mismo terminal de supervisión pueden estar siendo controladas varias estaciones y de esta forma pueden diferenciarse las distintas instancias de supervisión en la aplicación de control.

El campo DESIGNATED\_SESSION\_ID es un identificador de sesión de supervisión que genera el controlador de la estación cada vez que comienza una comunicación con un terminal de supervisión. Es un elemento de seguridad añadido, ya que si el controlador recibe algún mensaje que no tiene el identificador de sesión que el mismo generó y asignó a esa sesión de supervisión simplemente descartará el mensaje.

El campo MSG\_BODY es el cuerpo del mensaje la estación, previa configuración, comunique automáticamente a sus terminales de supervisión declarados, mensajes de alarma críticos o eventos de suma importancia que no deben esperar por una solicitud de información a pedido de los supervisores.

## Tipos de Mensajes Establecidos

Inicialmente se han propuesto los siguientes tipos de mensajes para el intercambio de información entre la supervisión y el controlador de estación, resumidos en la Tabla I.



Figura 9. Estructura de trama para los mensajes que se intercambian entre el terminal de supervisión y el módulo de control de la estación

NO.	DESCRIPCIÓN	TIPO
01	Registro de terminal de administración	REQUEST REPLY
02	Levante automático de la estación (estado de todos los sensores)	REQUEST REPLY
03	Cambio de estado de los actuadores	REQUEST REPLY
04	Añadir administrador de estación	REQUEST REPLY
05	Mostrar administradores declarados en la estación	REQUEST REPLY
06	Suprimir administrador de estación	REQUEST REPLY
07	Mostrar sesiones de administración activas en la estación	REQUEST REPLY
08	Finalizar sesión activa de administración	REQUEST REPLY
09	Configuración del modo de trabajo de la estación	REQUEST REPLY
10	Configuración de la categoría de las alarmas	REQUEST REPLY
11	Mensaje de alarma	NOTIFY

Tabla I. Tipos de mensajes definidos

A modo de ejemplo se explicará la estructura y modo de empleo de algunos de los mensajes definidos. En el caso del mensaje 01 “Registro del Terminal de Administración”, este mensaje se utiliza para comunicarle al controlador de la estación que un terminal de supervisión desea comenzar una sesión, en este caso el terminal generaría un mensaje 01 de tipo REQUEST y al recibirlo, el controlador de la estación inicialmente chequearía que esta comunicación la está generando un terminal de supervisión autorizado y previamente registrado, luego respondería con un mensaje igualmente 01 pero de tipo REPLY, en el cual incluiría el identificador de sesión que ha generado para esa sesión y que deberá ser usado para todas las transacciones de información en esa sesión y en el cuerpo del mensaje la palabra SUCCESS, indicando el registro exitoso del

terminal de supervisión. En caso de que falle el registro, producto de que el terminal de supervisión solicitante no está correctamente declarado, el controlador simplemente descartará ese mensaje de solicitud.

Para el caso del mensaje 02 “Levante automático de la estación”, este es un mensaje que puede enviar el terminal de supervisión, una vez realizado el registro exitoso del mismo en la estación, con el objetivo de conocer el estado de todos los sensores de la estación. El terminal enviaría un mensaje 02 de tipo REQUEST, incluyendo el identificador de sesión que ha sido generado por la estación. La estación por su parte responderá con un mensaje 02 de tipo REPLY con el estado de todos sus sensores codificado adecuadamente para que toda esta información pueda ser incluida en un SMS, que como se sabe tiene limitado el número máximo de caracteres a un total de 160. Tabla II: Ejemplo de estado de sensores

Tómese como ejemplo el caso de una instalación en la que están siendo controladas doce puertas, doce ventanas, veinte luminarias, cuatro motores y doce sensores de presencia. En el caso de los sensores de tipo ON/OFF la información sobre su estado se representará con un 1 o un 0 según sea el caso y se agruparán en grupos de cuatro bits para facilitar su conversión a formato hexadecimal y de esta forma comprimir la información aún más. Por ejemplo, supóngase el siguiente estado para los sensores establecido en la Tabla II. En esta Tabla se ha incluido el valor del estado de los sensores en binario, con el significado que tiene cada valor especificado en la columna de la izquierda, y también su equivalente hexadecimal que será el valor que realmente se transmita en el mensaje de respuesta del controlador.

La estructura del mensaje 02 de respuesta del controlador al terminal supervisor para este caso

Sensores y Descripción	Valor de los sensores
12 sensores de puertas '1' – cerradas, '0' – abiertas	1000 0000 0000 HEX: 800
12 sensores de ventanas '1' – cerradas, '0' – abiertas	0100 0000 0000 HEX: 400
20 luminarias '1' – encendidas, '0' – apagadas	1111 0000 0000 0000 0001 HEX: F0001
4 motores '1' – encendidos, '0' – apagados	0000 HEX: 0
12 sensores de presencia '1' – presencia, '0' – no presencia	1000 0000 0000 HEX: 800

Tabla II. Ejemplo de estado de sensores

hipotético se muestra en la Tabla III. Notar como se usan dos tipos de separadores, el primero es el slash “/”, que se emplea para separar un campo de otro en el mensaje; el segundo es el guión “-“que se emplea ya dentro del campo MSG\_BODY para separar los valores hexadecimales de los distintos grupos de sensores. Estos separadores los emplea el software para separar los valores en el procesamiento de la cadena de caracteres que viene en el mensaje SMS, una vez descryptada.

La estructura del campo MSG\_BODY implica que la información del estado de los sensores sigue un orden establecido, en este caso se ha incluido inicialmente el estado de los sensores de las doce puertas ‘800’, seguido del estado de las doce ventanas ‘400’,

Estructura genérica de los mensajes	
MSG_ID / FECHA / HORA / TYPE / SENDER_ID / DESTINATION_ID / DESIGNATED_SESSION_ID / MSG_BODY	
Ejemplo de mensaje 02	
MSG_ID =	02 /
FECHA=	17-05-2016 /
HORA=	20:58:03 /
TYPE=	RP /
SENDER_ID=	HLG-LOMA_CRUZ /
DESTINATION_ID=	MASTER-01 /
SESSION_ID=	949672 /
MSG_BODY =	800-400-F0001-0-800

Tabla III. Ejemplo de mensaje 02 tipo REPLY con el estado de todos los sensores según ejemplo

luego el estado de las luminarias ‘F0001’, los motores ‘0’ y por último el estado de los doce sensores de presencia ‘800’, esto implica que ambos extremos deben conocer este orden preestablecido y generar y leer la información en consecuencia para que no pierda sentido.

### Opciones de Administración y Modos de Trabajo

El sistema está previsto para realizar varias operaciones de supervisión, control y administración, todas ellas realizadas de forma remota desde un terminal de supervisión previamente declarado en el controlador del módulo de la estación y empleando los mensajes previamente definidos.

Dentro de estas opciones están las siguientes:

- Registro de un terminal de supervisión adicional, desde el terminal de administración primario, para incrementar el número de supervisores de una estación dada.
- Listado de sesiones de supervisión activas
- Finalización de sesiones activas, esta operación solo puede hacerla el administrador primario.
- Lectura del estado de todos los sensores de la estación
- Seteo de los actuadores de la estación
- Encuesta de la categoría de las alarmas configuradas en la estación
- Seteo de la categoría de las alarmas configuradas en la estación
- Seteo del modo de trabajo del controlador de la estación.

Algunas de las operaciones de control o supervisión son auto explicativas y no requieren comentarios adicionales. En el caso de la finalización de sesiones de supervisión activas en la estación, se incorporó esta funcionalidad con el objetivo de que el administrador primario pueda suprimir sesiones de supervisión que por inexperiencia de algún supervisor o cualquier problema que pudiera darse hayan quedado activas en la estación. El seteo de la categoría de las alarmas permite configurar que el controlador de la estación emita mensajes de alarma, de tipo NOTIFY ante la ocurrencia de cambios en algunos de los sensores del sistema, como por ejemplo si se detecta presencia en determinados locales, o si se detecta que el nivel de combustible en el tanque de la planta de emergencia ha llegado a su valor mínimo. Estos mensajes se pueden generar de forma automática por parte de la estación sin necesidad de que un supervisor realice una encuesta de los mismos, esto está estrechamente relacio-

nado con los modos de trabajo que se pueden programar para la estación que se detallan a continuación.

### Modos de Trabajo del Controlador

El controlador de la estación puede ser programado en distintos modos de trabajo. De estos, se han definido cuatro, los cuales se especifican en la Tabla IV.

Modo	DESCRIPCIÓN
RPA	REPORTING_ALL
NRP	NO_REPORTING
RPO	REPORTING_ONLY
RPC	REPORTING_CRITICAL

Tabla IV. Modos de trabajo preestablecidos

El modo de trabajo RPA o de reporte total, se emplea cuando se desea que la estación reporte todo tipo de sucesos, o sea, que cualquier cambio en el estado de sus sensores sea reportado de inmediato. El modo de trabajo NRP o de no reporte, significa que la estación no reportará ningún evento y que la única forma de notar un cambio en la instalación es mediante la solicitud expresa de un supervisor iniciando una sesión de supervisión y realizando una encuesta.

Los modos de trabajo RPO y RPC se emplean para configurar el controlador del sistema para que reporte solo cierto tipo de eventos, en el caso de RPO, o que reporte solo los eventos considerados como críticos, en el caso de RPC. La categoría de los eventos o alarmas se configuran previamente mediante una sesión de administración y luego se puede dejar seteado el modo de trabajo que se desee en la estación.

### Registro de la Información

Todos los eventos que ocurren en el controlador de la estación, ya sean cambios en los estados de los sensores, indicaciones recibidas para modificar el estado de los actuadores, intentos de conexión para el inicio de sesiones de supervisión, etc., quedan registrados y son almacenados en el módulo de la estación por seguridad. Cada cierto tiempo puede visitarse la instalación y descargar el contenido de la memoria SD del sistema para realizar auditorías o los chequeos de seguridad que se requieran.

### Diseño de la Aplicación de Control Remoto

La aplicación de monitoreo y control remoto se desarrolló en Java, empleando el framework de de-

sarrollo Eclipse, con el objetivo de ser empleada en dispositivos Android, para que pueda ser portada por un supervisor, a donde quiera que vaya, sin necesidad de estar atado a un centro de gestión en horarios fuera de la jornada laboral habitual.

La primera pantalla que muestra la aplicación, una vez instalada por primera vez en el terminal, es la mostrada en la figura 10. En la misma el supervisor deberá crear su cuenta ingresando un nombre de usuario, una contraseña y su confirmación. Una vez que se produzca este registro inicial ya no será necesario volver a hacerlo más ni el sistema dará la posibilidad de crear otra cuenta, por motivos de seguridad. La próxima vez que se inicie la aplicación esta pedirá el nombre de usuario y la contraseña registrados y si no coinciden no podrá usarse la aplicación.

Una vez registrado el usuario pasa a la consola de la aplicación que se muestra en la figura 11, desde donde puede acceder a varias opciones. La primera vez es necesario añadir una primera estación, lo que se hace con la opción “Añadir Estación”. Al seleccionar esta opción simplemente se ingresa un nombre de estación y su número telefónico correspondiente, como muestra la figura 12.

Después que se tienen estaciones registradas en la aplicación ya pueden gestionarse. Para ello se emplea la opción “Gestionar Estación”. Al seleccionar esta opción el sistema lleva al usuario primeramente a una pantalla desde donde puede seleccionar

Plataforma de Gestión Remota  
PGR – SMS v1.0

Nombre:

Apellidos:

DNI:

Login:

Password:

Confirmar Password:

Aceptar Cancelar

Figura 10. Pantalla inicial de la aplicación de monitoreo y control remoto



Figura 11. Consola de la aplicación de monitoreo y control remoto

la estación con la que se desea conectar y, previo establecimiento exitoso de la sesión de supervisión, le permite entonces al usuario pasar a otra pantalla desde donde puede realizar las acciones de administración sobre la estación seleccionada. Estos dos momentos se pueden apreciar en la figura 13.

La figura 14 muestra la ventana que se obtiene al acceder a la opción de las sesiones activas. En realidad se muestra el estado del intercambio de información con todas las estaciones registradas; pueden existir sesiones activas, que se señalizan con un ícono verde en forma de cabeza de flecha, estaciones desconectadas en rojo y sesiones con estaciones que pueden encontrarse reportando eventos preestablecidos que se representan con cabezas de flecha horizontales de color azul.

En la figura 15 se muestra la ventana para la gestión de usuarios en una estación dada. Primero que todo debe seleccionarse la estación en cuestión, luego se pueden añadir, borrar o editar los usuarios registrados en dicha estación, siempre que el usuario que realice estas operaciones sea el MASTER ADMIN declarado en la misma.

La opción de “Cerrar Sesiones” en la figura 11, permite cerrar todas las sesiones activas que se tengan de una sola vez, esta opción se implementó con el objetivo de facilitar la desconexión múltiple de varias



Figuras 12 y 13. Pantallas para añadir una nueva estación a la aplicación de monitoreo



Figura 14. Ventana que muestra las sesiones con cada estación registrada y su estado

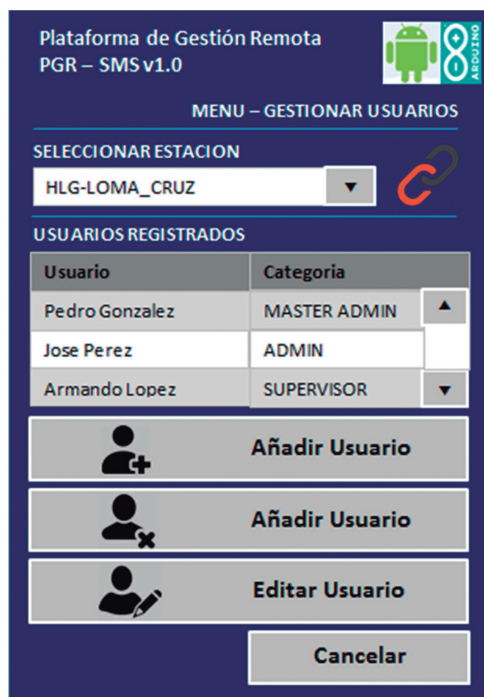


Figura 15. Ventana para la gestión de usuarios en una estación seleccionada

sesiones de supervisión que pudieran estar activas de forma rápida, antes de salir de la aplicación.

## CONCLUSIONES

El presente trabajo propone una plataforma de gestión alternativa original, basada en el envío de mensajes SMS y hardware libre, que permite el monitoreo y control de estaciones de diversa índole mediante el empleo de una aplicación Android, portátil, que puede ser instalada en dispositivos móviles con conexión a la red móvil celular nacional. La misma ofrece ventajas ya que permite a los supervisores el control de las instalaciones registradas, prácticamente en tiempo real, y durante todo el tiempo,

sin necesidad de permanecer en un centro de gestión en horarios que pueden exceder el de la jornada laboral.

El sistema presentado puede ser desplegado con relativamente pocos recursos y puede resultar de gran interés para instituciones con la necesidad de monitorear instalaciones diseminadas por el territorio nacional; siempre que exista cobertura de la red celular el sistema puede ser desplegado. Dentro de las instalaciones que podrían ser monitoreadas con la plataforma propuesta pueden incluirse las de telecomunicaciones, las meteorológicas, de control ambiental, las de extracción de petróleo u otras ya que el sistema puede adaptarse a una gran variedad de escenarios de despliegue.

## Referencias

- Grey, C. (2014). *Control your Arduino by SMS via GPS/GPRS/GSM Module V3.0*. Obtenido de DFROBOT: <https://www.dfrobot.com/forum/viewtopic.php?p=552>
- Kabir, M. H. (2017). *SMS Controlled Wireless Irrigation System*. Obtenido de Instructables Circuits: <https://www.instructables.com/id/SMS-controlled-Wireless-Irrigation-System/>
- MamaniApaza, E. (2017). *CONTROL Y MONITOREO MEDIANTE MENSAJES SMS*. Obtenido de Prezi: <https://prezi.com/1rhxnb-iofrb/control-y-monitoreo-mediante-mensajes-sms/>
- Sarabia Vásquez, Salvador (2015). *Diseño de Sistema de Monitoreo para Casa* (Tesis de Pregrado). UNAM, México.



# Procedimiento para la Implementación de Internet de las Cosas

## Procedure to Implement Internet of Things

Ing. Marlys Clemente Oliva<sup>1</sup>, Ing. David Benítez Machado<sup>2</sup>, Dr.Sc. Caridad Anías Calderón<sup>3</sup>, Ing. Enzo Regalado Popa<sup>4</sup>

Recibido: 11/2018 | Aceptado: 02/2019

### PALABRAS CLAVE

Internet de las Cosas  
Procedimiento  
Implementación.

### RESUMEN

En este artículo se propone un procedimiento para la implementación de Internet de las Cosas, el cual parte de la búsqueda de los objetivos del cliente, para lograr el despliegue de una solución que responda de manera fiel a los mismos. Dicho procedimiento permite puntualizar, desde sus primeros momentos, importantes requerimientos a partir del análisis de los tipos de datos que se manejan en la solución en cuestión. La utilidad del procedimiento propuesto se comprobó a partir de su aplicación en la digitalización de los pozos petroleros del Yacimiento de Seboruco, ubicado en la franja norte de Cuba.

### KEYWORDS

Internet of Things  
Procedure  
Implementation

### ABSTRACT

This article proposes a procedure to implement Internet of Things (IoT), which is based on the customer's goals to achieve the deployment of a solution that faithfully meets them. This procedure allows listing, from the very beginning, relevant requirements based on the analysis of types of data managed for a targeted solution. The usefulness of the proposed procedure was demonstrated from its application in the digitization of the oil wells at Seboruco Oilfield, located in the northern strip of Cuba.

## Introducción

El mundo ha experimentado en los últimos años la necesidad de conectar diversos objetos incluyendo los de la vida diaria, los cuales, al encontrarse equipados con microcontroladores, transmisores y sensores, son capaces de generar grandes cantidades de datos que pueden ser transformados en información útil. Esto constituye la base del paradigma conocido como Internet de las Cosas (IoT) —*Internet of Things*—, que posee un inmenso campo de aplicaciones, tales como:

la automatización de hogares, industrias y automóviles; servicios de salud y asistencia remota; y producción inteligente de energía. Los posibles escenarios de despliegue de Internet de las Cosas son muy heterogéneos, haciendo difícil la identificación de una solución capaz de satisfacer de forma correcta los requerimientos de todas las aplicaciones. Además, esta tecnología trae consigo numerosos retos que deben ser considerados a la hora de desarrollar cualquier proyecto de este tipo.

1 Tecnomática, Cuba. marlysc94@gmail.com

2 Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", Cuba. dbenitez92@gmail.com

3 Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", Cuba. cacha@tesla.cujae.edu.cu

4 Tecnomática, Cuba, enzo.regalado@gmail.com

Los primeros intentos de despliegue de IoT estuvieron enfocados en aplicaciones industriales, pero en la actualidad esta tecnología se ha expandido hasta objetos que son usados cotidianamente, e incluso a organismos vivos (plantas, animales y personas). IoT representa la nueva evolución de Internet, por lo que constituye un enorme avance en su capacidad para recopilar, analizar y distribuir datos que se pueden convertir en información y conocimiento.

Sin embargo, el escenario de una solución IoT no se compone solamente de estos dispositivos pues describe sistemas en los cuales los objetos del mundo físico, equipados con sensores, se encuentran conectados a Internet a través de enlaces ya sean cableados o inalámbricos. Esta combinación permite que dichos objetos sean monitoreados y, en muchas ocasiones, controlados remotamente. También posibilita la obtención de grandes cantidades de datos acerca de su desempeño y del ambiente en el que operan. Debido a esto, se considera que IoT es una tecnología de muy amplio espectro, en la cual los elementos que giran a su alrededor son cuantiosos y complejos, que hacen que tanto su despliegue como gestión constituyan una tarea ardua.

Para la implementación de IoT se necesita en primera instancia, contar con un modelo que integre adecuadamente los elementos indispensables para garantizar el correcto funcionamiento de cualquier solución de este tipo. Además, como consecuencia del amplio espectro de opciones existentes en el mercado de productos IoT, es difícil tener claridad en cuanto a la elección de protocolos, herramientas de *software*, dispositivos, y demás componentes que respaldan el correcto despliegue de un proyecto IoT. Por otra parte, en la bibliografía consultada las guías existentes para la implementación de Internet de las Cosas están enfocadas a determinado(s) *software*(s) y/o *hardware*(s) o aplicación(es) específica(s).

Por lo anterior, se hace necesaria una guía que oriente cómo implementar IoT. Por ello, el objetivo de este artículo es brindar un procedimiento para la implementación de esta tecnología que resuelva la problemática anteriormente planteada.

## Materiales y Métodos.

### Estructura General del Procedimiento

Para la implementación de IoT se necesita en primera instancia, contar con un modelo de referen-

cia que reúna los aspectos fundamentales a tener en cuenta para su puesta en práctica, con este fin, se tomó como base la arquitectura para IoT que se propone en (Machado, 2016).

El procedimiento que se propone para la implementación de Internet de las Cosas debe integrar adecuadamente los elementos indispensables para garantizar el correcto funcionamiento de cualquier solución de este tipo. Es importante destacar que cada solución IoT es única, ya que depende no solo de un modelo de referencia, sino también del tipo de aplicación en la que se enfoque, por lo tanto, debe adaptarse a las especificidades que puedan presentar la gran mayoría de las soluciones IoT.

Para el desarrollo del procedimiento se utilizó un enfoque *top-down* (Kurose y Ross, 2013), con el objetivo de lograr un despliegue final que responda completamente a las necesidades y objetivos del proyecto IoT que se quiera implementar. De acuerdo con dicho enfoque, el procedimiento se encuentra compuesto por cuatro etapas: Caracterización, Diseño Lógico, Diseño Físico, e Implementación.

## Resultados y Discusión

El procedimiento que se propone para la implementación de Internet de las Cosas se muestra en el esquema de la figura 1.

En la etapa de Caracterización se definen los objetivos del proyecto a partir de las necesidades del cliente. Además, se precisa qué tipo de datos serán manejados, cómo y dónde serán procesados (a lo largo del procedimiento se utiliza el término procesamiento, englobando las acciones de procesar y almacenar los datos). Se analizan también las medidas de seguridad que deben ser tomadas a lo largo de toda la solución. Esta información será usada posteriormente para la elaboración del Diseño Lógico del proyecto, en el cual se plasmarán todos los elementos que integran la solución, en correspondencia con sus posiciones geográficas reales, definiendo los enlaces de comunicación necesarios entre ellos, para de esta manera contar con una topología de la solución. En la tercera etapa, Diseño Físico, se definirán los parámetros técnicos que se ajustan a los objetivos del proyecto, lo que permitirá seleccionar correctamente el *hardware* (HW) y *software* (SW) de toda la solución. Finalmente, una vez configurados los equipos, se realizarán pruebas

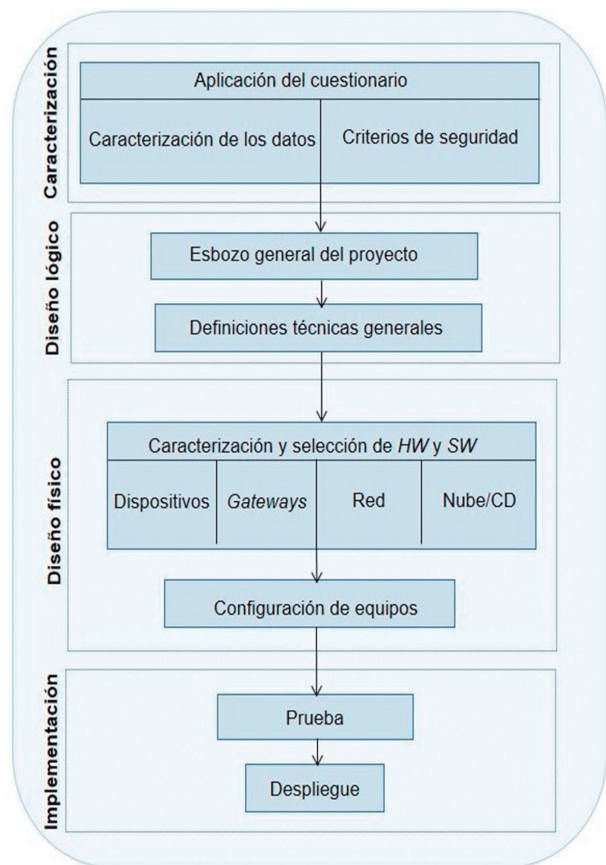


Figura 1. Estructura general del procedimiento propuesto

que avalen el correcto funcionamiento de los mismos, para así proceder a la Implementación del proyecto.

### Etapa de Caracterización

Esta primera etapa está integrada por tres procesos: aplicación del cuestionario, caracterización de los datos y criterios de seguridad. Una vez concluida se deben tener definidos los siguientes aspectos:

- Todas las variables asociadas a los eventos que se deben monitorear/controlar.
- Los requerimientos de ancho de banda de toda la solución.
- El tipo de dispositivo a emplear por cada variable.
- Si es necesario el análisis en tiempo real de los datos, los eventos que demandan este tipo de análisis, así como dónde ocurrirá el mismo.
- Dónde se realizarán el análisis y almacenamiento histórico de los datos.
- El tipo de procesamiento con el que se tratarán los datos.

Los criterios de seguridad que se tomarán en cuenta antes, durante, y después de diseñar e implementar el proyecto.

### Aplicación del cuestionario

Con el fin de definir las metas del proyecto y sus aplicaciones finales, determinar el tipo de datos que se manejarán en el mismo, así como otra información de interés, se aplicará en primera instancia, un cuestionario al cliente. En la tabla 1 se relacionan las preguntas del cuestionario con el objetivo de las mismas. Además, se ejemplifica cada una de ellas con una aplicación hipotética, en aras de mostrar el enfoque que debe tener cada una.

### Caracterización de los datos

IoT es una tecnología que se encuentra en constante ascenso y desarrollo, por lo que cada vez será mayor el número de aplicaciones vinculadas a la misma, compartiendo todas un elemento común: el manejo de algún tipo de datos. Definir un procedimiento para el despliegue de IoT a partir de las aplicaciones en las que pueda ser empleado podría ser un proceso interminable, y en cierta medida llegaría a ser insuficiente. Por este motivo, este procedimiento no se realizó en base a ninguna aplicación, sino a partir del tipo de datos que se vean involucrados.

Una vez focalizados los objetivos del proyecto, así como los eventos que se quieren monitorear y/o controlar, se pueden definir los tipos de datos que serán manejados, y tener claros los requerimientos mínimos de ancho de banda para dicho manejo, así como las tecnologías de red capaces de satisfacer tales necesidades. En el diagrama de la figura 2 se muestra el proceso de caracterización de los datos.

El objetivo del primer paso es agrupar los diferentes eventos según el tipo de datos que manipulen, siendo más fácil tomar decisiones certeras en cuanto a qué recursos destinar a cada agrupación. Dicha información será recogida en una tabla, facilitando la organización de los datos de interés. Se debe tener en cuenta que un evento puede tener asociada más de una variable, por lo que puede manejar más de un tipo de datos.

En la mayoría de estas aplicaciones es necesaria la ejecución de acciones automáticas ante determinada circunstancia, o simplemente controlar algún dispositivo remotamente para iniciar o finalizar un proceso. Por tales motivos, los datos que se recolectan pueden

ser usados tanto para obtener información, como para intervenir en determinado medio.

Por lo tanto, una vez establecido qué se quiere hacer con los datos (lectura y/o escritura) será más simple determinar, a gran escala, qué tipo de dispositivos IoT se necesitan emplear en el proyecto en cuestión:

**Dispositivos recolectores:** aquellos que figuran como la puerta de entrada de los datos necesarios para obtener la información deseada (Ej.: sensores, cámaras).

**Dispositivos de control:** aquellos que pueden controlar un evento determinado (Ej.: apagar o encender una lámpa-

ra, cerrar o abrir una válvula, echar a andar o detener un motor), estos dispositivos se denominan actuadores.

El siguiente paso es definir si el proyecto requiere procesamiento de datos en las cercanías de los dispositivos IoT, en caso de ser así, serían necesarios los paradigmas *Computación en la niebla y/o Computación en el borde*. Este tipo de procesamiento garantiza el correcto funcionamiento de aquellas aplicaciones que requieren tiempos de respuesta muy reducidos (en el orden de los milisegundos), que cuentan con dispositivos dispersos geográficamente (Ej.: sistemas de control a

PREGUNTA	OBJETIVOS	EJEMPLO
1 Definir detalladamente qué eventos se quieren impactar con el proyecto.	Definir objetivos del proyecto y los tipos de datos que se manejarán.	Para una solución de monitoreo de transporte, se quiere controlar el estado de las puertas de los vehículos, el ambiente interior de los mismos y activar una alarma en caso de anomalías. Además, se desea conocer el kilometraje diario de dichos vehículos para comprobar su correspondencia con el consumo de combustible. En este caso los eventos involucrados serían: Monitoreo del estado de las puertas (abierta o cerrada). Monitoreo del ambiente interior del vehículo (incluye dos variables a medir: humedad y temperatura). Monitoreo de kilómetros recorridos.
2 ¿Para qué serán empleados los datos recolectados?	Definir si los datos sólo serán leídos (lectura) o se actuará a partir del análisis de los mismos (escritura). Precisar qué tipo de dispositivos IoT serán usados (para sensar y/o controlar).	Analizar, mostrar en una pantalla, activar alarma si el vehículo está en movimiento y la puerta está abierta. Analizar, mostrar en una pantalla, activar alarma si la temperatura no se encuentra entre 20 y 24 °C. Analizar, mostrar en una pantalla, activar alarma si la humedad no se encuentra entre el 10 y el 20%. Analizar y crear informes.
3 ¿Qué eventos requieren análisis/control en tiempo real?	Definir necesidad de procesamiento cercano a los dispositivos IoT.	Los eventos 1 y 2 requieren análisis en tiempo real. Los datos recolectados en el evento 4 no requieren este tipo de procesamiento puesto que serán empleados para la creación de reportes diarios y mensuales.
4 ¿Dónde se deben mostrar los resultados del análisis de los datos? ¿Desde dónde se deben controlar los dispositivos?	Definir dónde se visualizará la información proveniente de los datos y desde dónde se controlará el sistema.	Los resultados del análisis de los datos se mostrarán en la Empresa de Transporte y en la cabina de los vehículos. El estado de las puertas y el valor de temperatura y humedad, se mostrarán en el vehículo, y la alarma se desactivará desde el interior del mismo.

gran escala, como las luces de tráfico inteligente o el monitoreo de gas y petróleo), así como aplicaciones móviles (Ej.: vehículos inteligentes). Esto disminuye la probabilidad de ocurrencia de roturas y desastres, disminuyendo por tanto la pérdida de recursos.

De esta manera, las aplicaciones que demanden las características antes mencionadas, deben optar por el procesamiento cercano a los dispositivos, seleccionando una de las siguientes variantes (o la combinación de ambas):

Procesamiento en los dispositivos IoT: se necesitan dispositivos con capacidades de análisis y, en ocasiones, almacenamiento. Puede ser factible para aplicaciones con dispositivos aislados, muy dispersos geográficamente.

Procesamiento en un nodo: el análisis y almacenamiento de los datos de varios dispositivos se concentrará en un nodo cercano a los mismos. Dicho nodo puede ser un gateway, router, micro Nube/Centro de datos, etc. Su uso es conveniente cuando la mayoría de las variables que se monitorean/controlan requieren este tipo de procesamiento.

Además, este tipo de análisis puede ser una opción en aras de filtrar grandes cantidades de datos y enviar alertas solo ante la detección de cambios significativos, así como hacer una mejor utilización del ancho de banda y lograr mayor seguridad, dado que circula una menor cantidad de datos por la red.

Los datos que requieran análisis y almacenamiento históricos serán enviados a la Nube/Centro de datos (es importante aclarar que el procesamiento cercano a los dispositivos no sustituye a la Nube/Centro de datos). Se debe definir dónde se quiere realizar este tipo de procesamiento, ya que es necesario tener en cuenta su posición geográfica en la etapa de Diseño Lógico. Por último, debe determinarse el empleo o no de Big Data, a partir del volumen de datos que procesará la solución. Para ello, por ejemplo, se debe estimar la cantidad de datos que se manejarán en un período de uno a diez segundos, si excede los 15 GB, entonces se debe utilizar Big Data en la solución. Más detalles al respecto se pueden encontrar en la propuesta de método para la implementación de Big Data en la Gestión de las Telecomunicaciones (García, 2016). En su defecto, se aplicarán métodos tradicionales para el procesamiento de los datos.

### Criterios de seguridad

La seguridad se debe tener en cuenta desde las primeras etapas de desarrollo de cualquier proyecto, no

una vez esté concebido, lo cual constituye un error frecuente (Padraig, 2016). Lo primero que debe realizarse es evaluar los posibles riesgos de seguridad a los que está expuesta la solución a partir de sus características.

Además, se deben conocer las políticas de seguridad y las necesidades específicas de privacidad del cliente, en aras de satisfacer las mismas.

Según (Padraig, 2016), existen seis tipos de amenazas comunes a cualquier solución IoT:

Robo de identidad o *spoofing identity* (Ej.: el atacante usa la credencial de algún usuario o dispositivo para acceder al sistema).

Entrometimiento o *tampering* (Ej.: el atacante reemplaza el *software* que corre en algún equipo por malware).

Repudio o *repudation* (Ej.: el atacante cambia la información que debe ser mostrada ante acciones maliciosas).

Publicación de información o *information disclosure* (Ej.: exposición de información sensible a terceras partes).

Denegación de servicio o *denial of service* (Ej.: el atacante inunda el dispositivo con tráfico no solicitado, dejándolo inoperable).

Elevación de privilegios o *elevation of privilege* (Ej.: el atacante fuerza al dispositivo a ejecutar acciones que no tiene permitidas llevar a cabo).

Teniendo en cuenta las amenazas típicas mencionadas anteriormente y las que pueden estar ligadas a la solución según las particularidades de la misma, debe determinarse qué medidas de seguridad serán tomadas antes, durante y después de la ejecución del proyecto, para contrarrestar dichas amenazas. Las principales medidas de seguridad que deben considerarse en toda solución IoT se encuentran recogidas en el trabajo de diploma Procedimiento para la implementación de Internet de las Cosas (Oliva, 2017). Estas se dividen en cuatro niveles: Cliente, Físico, *Software* y Red. Dichas medidas, aunque se encuentran organizadas en capas diferentes, están estrechamente relacionadas, ya que un fallo de seguridad en cualquier nivel puede comprometer a los restantes. Es importante tener en cuenta que no todos los elementos de un proyecto requieren el mismo grado de seguridad, por lo tanto, se debe definir, según el nivel de importancia de los datos que se manejan (Ej: si su pérdida, modificación o explotación es crítica para los propósitos de la empresa, entidad o persona) las medidas de seguridad a adoptar.

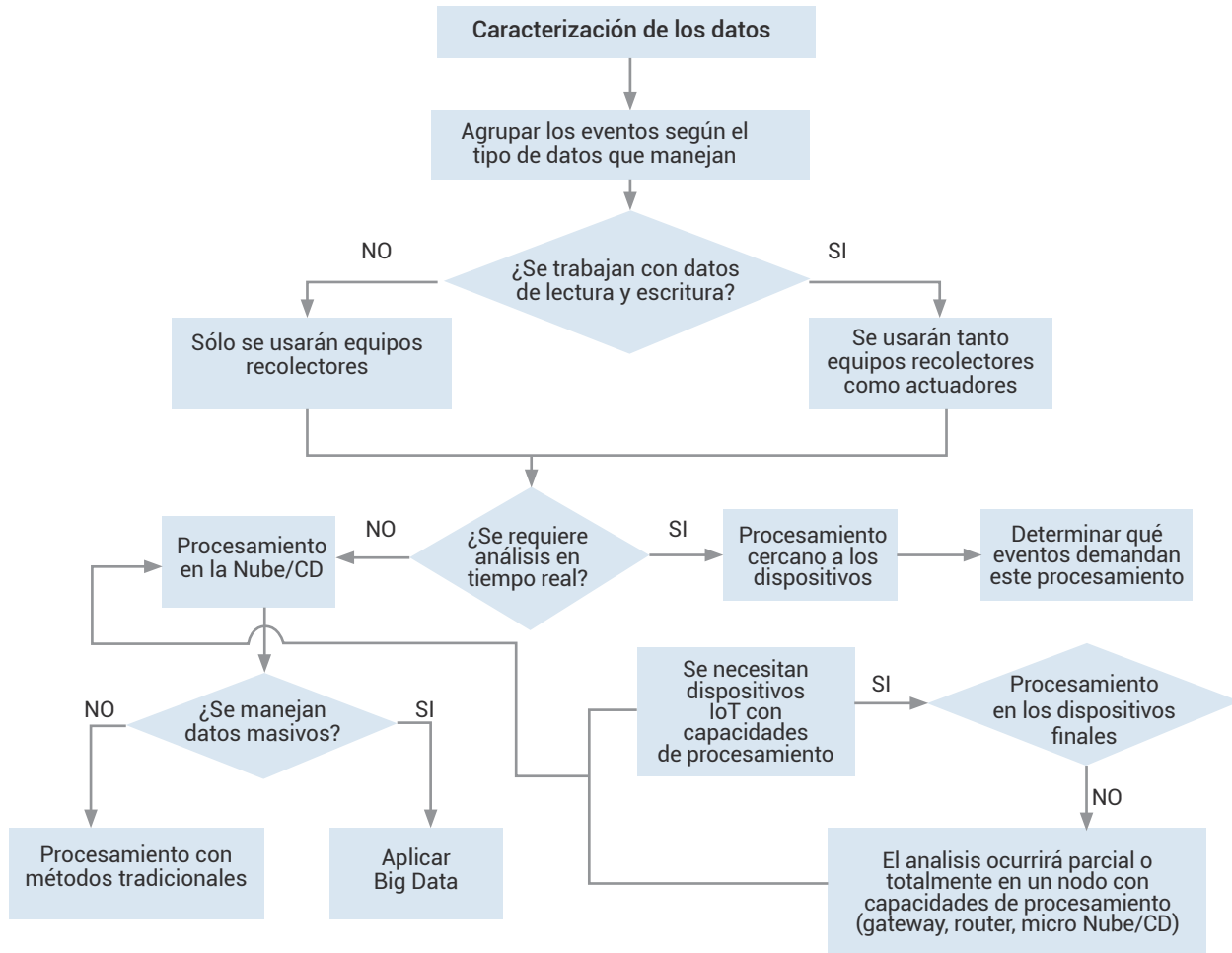


Figura 2. Manejo de datos

### Etapa de Diseño Lógico

En la etapa de Diseño lógico del proyecto se confeccionará un esbozo del mismo, el cual será complementado con las definiciones técnicas generales que se ajustan a las características de la solución, en aras de determinar, en la siguiente etapa del procedimiento, qué tecnologías satisfacen de manera adecuada dichas necesidades. Las figuras 3 y 4 guían este proceso.

### Esbozo general del proyecto

Esta etapa tiene como propósito obtener una representación de todos los elementos físicos asociados a los eventos que serán atendidos en la solución, indicando además la relación entre los mismos. Así se pretende lograr una mayor claridad de la topología que debe tener la red que interconecta los dispositivos con la capa superior (Gateway o Red).

Siguiendo las instrucciones delineadas en el diagrama de la figura 3, y utilizando la información ob-

tenida de la etapa anterior, se realizará un esbozo de la solución, con el objetivo de lograr un mayor entendimiento de la misma y seleccionar las tecnologías de red y protocolos de comunicación que más se adecúen a las necesidades encontradas.

### Definiciones técnicas generales

A partir del esbozo general del proyecto, y siguiendo el diagrama de la figura 4, se hará un análisis de las necesidades técnicas de la solución. El primer punto a evaluar es si el proyecto parte desde cero o no. En muchas ocasiones, las empresas deben asumir proyectos que ya tienen un punto de partida. Incluso, es un error frecuente comenzar seleccionando nuevo equipamiento, sin hacer un análisis preciso de las características técnicas ideales necesarias.

Si el proyecto no parte desde cero deben analizarse las características de los equipos y/o herramientas de *software* con que cuenta el cliente, para determinar

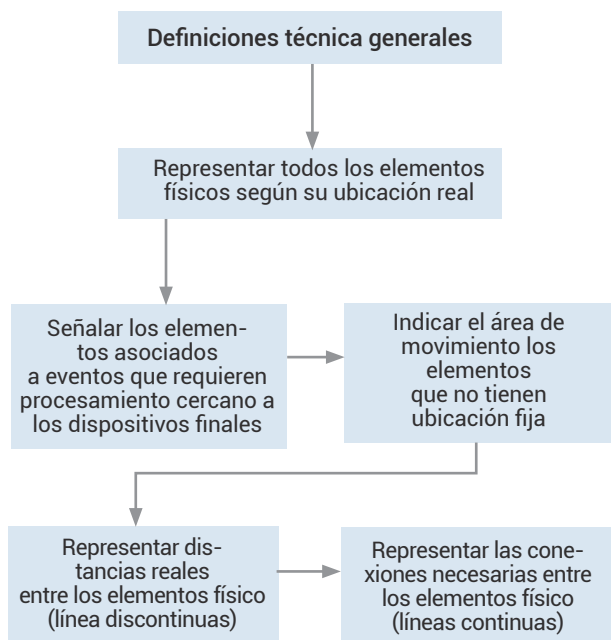


Figura 3. Esbozo general del proyecto

si se pueden integrar al proyecto en cuestión. Si dicha tecnología no puede ocupar ninguna función de manera eficiente en la solución actual, se debe decidir entre conservarla como repuesto o desecharla.

Por otro lado, muchas empresas cuentan con preferencias por determinado fabricante o proveedor dada la experiencia como consumidores, o porque reciben ofertas cuya relación calidad/precio es muy interesante. Dichas preferencias, deben ser consideradas en cualquier tipo de selección.

Otro aspecto muy importante a tener en cuenta son las condiciones medioambientales donde se desplegará la solución. Se deben precisar, a partir de las características del entorno donde se desarrollará el proyecto, si los dispositivos finales requieren parámetros operacionales específicos (Ej: tipo de material, rango de temperatura de trabajo, protección contra shock y vibración, entre otros) para garantizar la calidad de los servicios y alargar la vida útil de dichos dispositivos.

A partir del esbozo general del proyecto, y con la información obtenida hasta el momento del diagrama de la figura 4, se seleccionarán la(s) tecnología(s) de red y el(los) protocolo(s) de comunicación entre los dispositivos. La selección de la(s) tecnología(s) de red y el(los) protocolo(s) de comunicación, debe estar guiada, en primera instancia, por las necesidades de ancho de banda de la solución. Además, es necesario tener en cuenta:

**Las distancias de cada uno de los enlaces.**

El tipo de suministro de energía que más se ajusta a las condiciones donde se desplegará la solución.

**La topología de red necesaria.**

Otro aspecto a tener en cuenta, es que el uso de una tecnología inalámbrica aporta ventajas tales como flexibilidad de instalación y despliegue, así como la eliminación de costos por cableado, sin mencionar que en muchas aplicaciones IoT el uso de una solución cableada simplemente no es viable, dadas las condiciones del entorno.

Por otro lado, dos de las principales razones para seleccionar una opción cableada, son el ancho de banda y la fiabilidad. La selección de una tecnología cableada o inalámbrica estará condicionada, en gran medida, como se mencionó anteriormente, por las limitaciones que imponga el entorno en el cual se desarrolla el proyecto.

A partir de los aspectos anteriormente mencionados, se deben seleccionar la(s) tecnología(s) de red que se empleará(n) y el(los) protocolo(s) de comunicación de los dispositivos. Constituye una buena práctica idear más de un escenario de conexión, para así analizar qué variantes se pueden tener en cuenta en el proyecto, en dependencia de lo que se encuentre en el mercado de productos.

La conexión entre la Capa de Dispositivos y la Capa de Red puede ser directa en aquellos casos en que sea factible y más efectivo emplear la misma tecnología para comunicar ambas capas. Si dicha comunicación no es directa, debe añadirse la Capa de Gateways. Una buena razón para incluir esta capa es el uso de diferentes protocolos de comunicación entre la red y los dispositivos (o entre dispositivos IoT que requieren comunicación entre sí), donde la Capa de Gateways figura como intermediario, encargándose de la conversión de protocolos. No obstante, puede ser empleada aunque la comunicación entre los dispositivos y la red pueda ser directa, para otras funciones tales como: actuar como nodo de procesamiento, así como para albergar aplicaciones encargadas de la gestión, la seguridad de los dispositivos y la compresión, filtrado y encriptación de datos.

Llegado a este punto, es conveniente realizar nuevamente un esbozo del proyecto, pero esta vez incluyendo los parámetros técnicos del mismo. De esta manera, se tendrá una topología final de la solución, y se analizará la necesidad de incorporar equipos extras para la conversión de protocolos de comunicación, cuyo uso es común en proyectos donde se necesiten integrar sistemas legados.

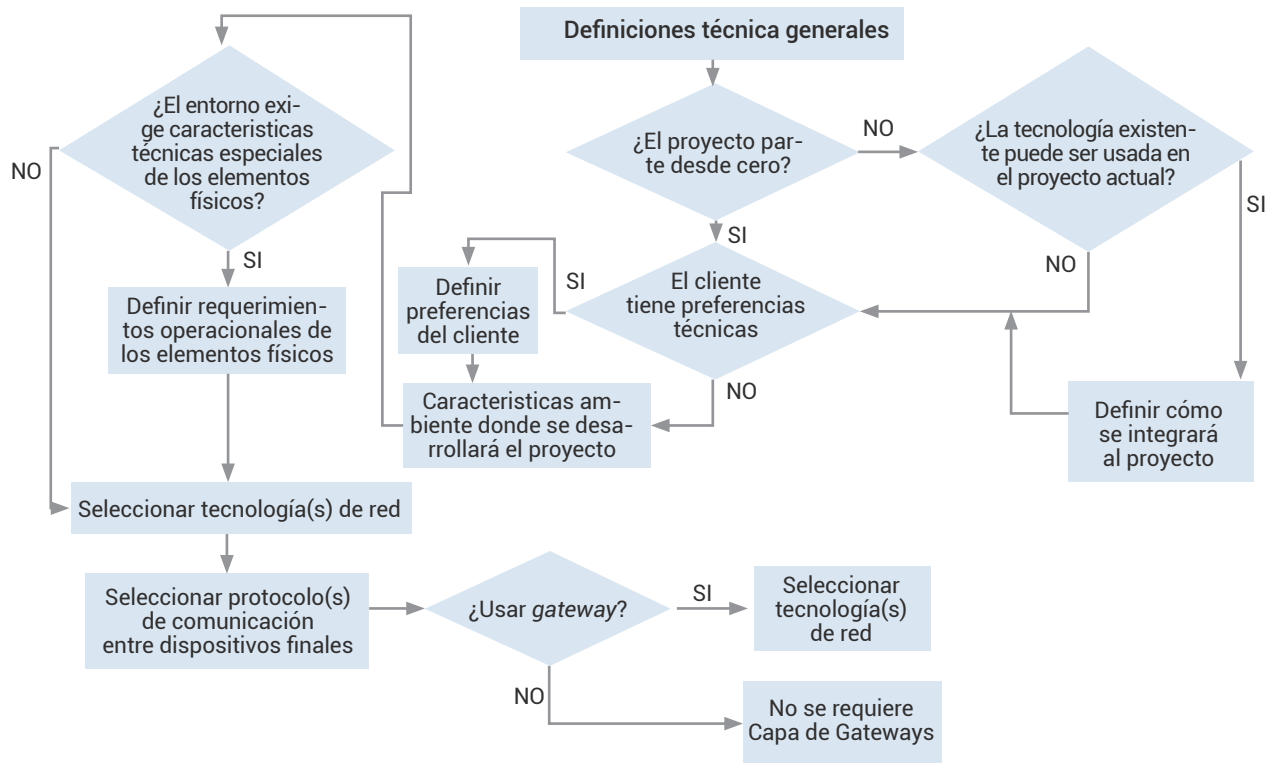


Figura 4. Definiciones técnicas generales

## Etapa de Diseño físico

El mercado para las aplicaciones IoT es inmenso y se encuentra en ascenso. Para enfrentar la gran cantidad de ofertas disponibles, es necesario tener bien definidas las necesidades del proyecto, las cuales permitirán seleccionar los productos más adecuados. La etapa de Diseño físico se encuentra compuesta por dos procesos: caracterización y selección de *hardware* y *software*, y configuración de equipos. Esta etapa tiene como objetivo facilitar la selección de los elementos que conforman la solución y hacerlo correctamente.

### Caracterización y selección de *hardware* y *software*

El próximo paso es definir las características técnicas de los elementos que integran cada una de las capas de la arquitectura de referencia, de forma tal que se ajusten a los requerimientos del proyecto. Este proceso estará guiado por el diagrama la figura 5.

**Capa de Dispositivos:** para el caso de los dispositivos IoT, se empleará una tabla para relacionar los dos grupos de dispositivos IoT definidos en la etapa de Caracterización de datos, con los parámetros técnicos que se deben tener en cuenta para su selección. Cada uno de los eventos definidos al inicio del procedimiento puede contar con uno o más dispositivos.

Parámetros de selección de sensores:

**Tipo de sensor:** definido por lo que se desee monitorear.

**Parámetros operacionales:** delimitados por las características del ambiente en el que opere el sensor.

**Requerimientos de precisión:** la precisión será directamente proporcional al nivel de importancia que tenga el dato que se quiera recolectar.

**Rango de medición necesario:** intervalo de valores que debe cubrir la medición del sensor.

**Área de detección:** alcance que debe tener el sensor.

**Protocolos:** aspecto a tener en cuenta, dado que es conveniente el uso de protocolos más adaptados a los requerimientos de IoT.

**Comunicación y conectividad:** protocolo de comunicación seleccionado.

**Tamaño físico:** debe tenerse en cuenta si la ubicación del sensor demanda un tamaño específico.

**Tipo de alimentación:** si se requiere el uso de baterías, la duración de la misma, etc.

**Procesamiento en tiempo real:** si la aplicación requiere este tipo de procesamiento, y se ha elegido realizarlo en el propio dispositivo, entonces este debe poseer inteligencia, o sea, estar equipado con un microprocesador capaz de responder a las necesidades de procesamiento, un sistema operativo, y capacidades de almacenamiento.

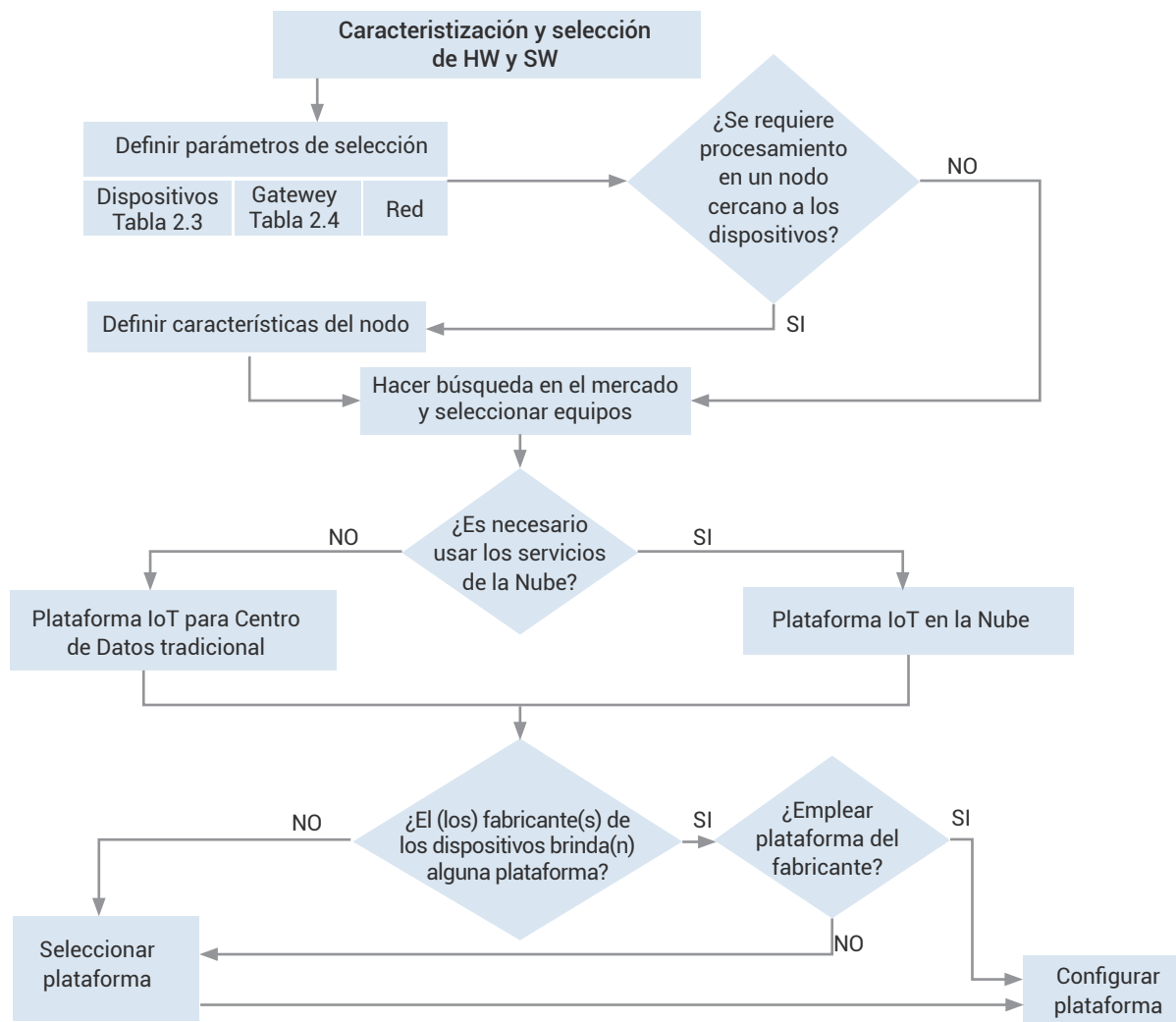


Figura 5. Caracterización y selección de hardware y software

**Opciones de seguridad:** capacidades necesarias para garantizar la seguridad.

**Opciones de gestión:** capacidades de gestión necesarias.

**Parámetros de selección de actuadores:**

**Tipo de actuador:** definido por el tipo de salida que presente, clasificándose así en: neumáticos (muy seguros y simples), eléctricos (corriente directa o alterna), hidráulicos (eficientes por su menor tamaño), o digitales.

**Parámetros operacionales:** igual a sensores.

**Tiempo de respuesta:** tiempo que demora en ejecutar una acción.

**Comunicación:** en entornos industriales son típicamente controlados por sistemas de control, tales como: Controlador Lógico Programable (PLC) —*Programmable Logic Controller*—, Sistemas de Control Distribuido (DCS) —*Distributed Control Systems*—, Controladores de Automatización

Programables (PAC) —*Programmable Automation Controller*—, por lo que deben soportar el protocolo de comunicación que empleen dichos sistemas. Los actuadores digitales se encuentran normalmente emparejados con sensores (de forma inalámbrica o cableada), o recibiendo órdenes directamente desde la Nube o Centro de datos.

**Tamaño físico:** igual a sensores.

**Tipo de alimentación:** igual a sensores.

**Opciones de seguridad:** igual a sensores.

**Opciones de gestión:** igual a sensores.

**Capa de Gateways:** en caso de incluirse la Capa de Gateways en la solución, será utilizada una tabla para relacionar los parámetros de selección con los elementos que la conforman. Una vez definidos dichos parámetros, se debe hacer un dimensionamiento de la cantidad total de equipos que serán empleados.

Parámetros de selección de gateways:

**Parámetros operacionales:** igual a sensores.

Comunicación y conectividad: tiene que soportar el(los) protocolo(s) de comunicación usado(s) en los extremos que interconecta.

**Protocolos:** igual a sensores.

**Opciones de seguridad:** es de vital importancia la encriptación y aseguramiento de los datos. Las conexiones que se establecen entre el gateway, los dispositivos y la Nube/Centro de datos, deben ser seguras.

**Capacidades de procesamiento:** debe tenerse en cuenta si se requiere que el gateway, además de la conversión de protocolos, realice otras funciones, como las mencionadas en la etapa de Definiciones técnicas generales, o si se requiere procesamiento en tiempo real y se ha decidido que tenga lugar en el gateway.

Opciones de gestión: igual a sensores.

**Tipo de alimentación:** igual a sensores.

**Capa de Red:** en dependencia de la tecnología de red escogida, se debe analizar los elementos necesarios para poder implementarla. No obstante, uno de los factores que más posibilitan el despliegue de IoT es la conectividad que actualmente existe en el mundo, lo cual permite el uso de las redes desplegadas hasta el momento para acceder a Internet. Una de las tecnologías más empleadas actualmente para hacer posible el paradigma de IoT, son las redes celulares.

**Capa de Nube o Centro de datos:** si en la solución en cuestión se requiere procesamiento en un nodo cercano a los dispositivos, y se ha decidido que el mismo no será realizado en los dispositivos IoT ni en el(los) gateway(s), entonces ha de tenerse en cuenta el(los) protocolos de comunicación que debe soportar, qué capacidades de procesamiento se requieren, y los servicios que debe brindar dicho nodo. En dependencia de las necesidades de seguridad y ubicuidad del proyecto, se debe decidir si es necesario o no, el uso de los servicios de la Nube o el Centro de datos. Esta decisión dependerá también de las capacidades que posea la entidad para enfrentar los gastos de infraestructura que implica el despliegue de un centro de datos propio. Por lo tanto, si la solución en cuestión demanda acceso ubicuo, sin dudas será necesario el uso de la Nube. Si además la empresa cuenta con información muy delicada, entonces un modelo híbrido podría ser la decisión correcta.

Una vez definidos los parámetros de selección de los recursos de *hardware* y *software* de toda la solu-

ción, el próximo paso será realizar una búsqueda de las opciones existentes, y seleccionar las más adecuadas. Se recomienda realizar nuevamente un esbozo en el cual se incluyan todos los equipos de la solución y se especifiquen sus interconexiones.

### Configuración de equipos

En la fase de configuración se debe tomar extremo cuidado, ya que hacerlo de forma incorrecta, podría devenir en un ineficiente funcionamiento de la solución, la recolección de datos erróneos o no necesarios y, de manera general, traería consigo consecuencias no deseadas (Ej: incurrir en fallos técnicos, roturas, tiempos de inactividad y riesgos de seguridad). Para la correcta culminación de esta etapa, se deben adquirir y estudiar a fondo los manuales de configuración de cada uno de los equipos y, en caso de ser necesario, solicitar ayuda técnica del fabricante.

### Etapa de Implementación

Esta constituye la última etapa del procedimiento y se encuentra dividida en dos fases: Prueba y Despliegue. La etapa de prueba es de suma importancia ya que a partir de la misma se verifica si todos los elementos de la solución funcionan de forma correcta, lo cual permite la toma de acciones correctivas en aras de perfeccionar el desempeño de los mismos, y pasar al despliegue del proyecto con la certeza de que se obtendrán los objetivos propuestos.

#### Prueba

Existen varios tipos de pruebas de desempeño, incluso empresas dedicadas a la ejecución de las mismas. Estas permiten analizar y evaluar las características de desempeño de una aplicación (Ej.: tiempos de respuesta, tasa de atención de peticiones y capacidad de trabajo útil por unidad de tiempo) (Espinoza, Quintas y Vega, 2011):

Pruebas de *benchmark*.

Pruebas de estrés.

Pruebas de perfil de desempeño.

Pruebas de carga.

Además, se deben realizar pruebas destinadas a comprobar la estabilidad de la comunicación entre los dispositivos IoT y los equipos de interconexión, frente a diferentes niveles de intensidad y ancho de banda de una señal interferente, dentro de la banda de frecuencia de trabajo de los mismos (estas pruebas se limitan a dispositivos con comunicación inalámbrica). También

se debe comprobar la calidad de la señal variando diferentes parámetros, tales como la posición entre el dispositivo IoT y el equipo de interconexión (el ángulo entre los mismos), y la distancia. Estas pruebas deben realizarse primeramente en un ambiente controlado, y luego en el lugar real de la solución con un despliegue a mediana escala.

## Despliegue

Una vez superada la etapa de prueba satisfactoriamente, se procederá al despliegue total de todos los elementos que conforman el proyecto. De esta manera concluye el diseño y puesta en práctica de la solución.

Empleo del procedimiento propuesto para la implementación de Internet de las Cosas en la digitalización de los pozos petroleros del Yacimiento de Seboruco

Tecnomática es una empresa cubana que ofrece servicios de comunicaciones, informática y automática a la organización empresarial CUPET (Cuba Petróleo). La misma cuenta con permiso de importación de equipos para las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y la automática industrial (Tecnomática, 2017).

PETRAF S.A, uno de los clientes de la empresa, opera el Yacimiento petrolero de Seboruco, ubicado en la Franja Norte de Cuba. La producción anual de esta zona está valorada en varios millones de dólares americanos y garantiza el combustible para generar el 54% de la electricidad que se consume en Cuba, así como el combustible doméstico (gas manufacturado) para más de 260 mil familias y muchos centros laborales e industrias de la capital cubana.

En el momento de realización de este trabajo, toda la instrumentación existente para la recolección de las variables de fondo y de superficie de cada uno de estos pozos era local y se recogía manualmente, así ocurre igualmente con los parámetros de desempeño de los todos los equipos presentes. Además, se requería la recolección de datos que permitieran determinar la calidad de la energía eléctrica. En la figura 6 se pueden apreciar los sensores de presión instalados en los pozos. Los datos recolectados por los variadores de velocidad se recogían semanalmente en una memoria flash para la elaboración de informes acerca del desempeño de los pozos, lo cual es extremadamente ineficiente dada la ausencia de mecanismos para la generación

de alarmas ante algún fallo operacional. El yacimiento se encuentra rodeado por una comunidad, por lo que cualquier alteración en la operación de las bombas de los pozos traería consigo numerosas pérdidas humanas.

A partir de la problemática señalada anteriormente, se planteó la necesidad de automatizar el monitoreo de las variables que indican el desempeño del yacimiento. Partiendo de tal necesidad, se decidió dar paso al uso de IoT, donde sin dudas el primer y mayor beneficio sería poder actuar de manera inmediata ante cualquier fallo operacional.

La aplicación del procedimiento propuesto en un caso de estudio, con el objetivo de ofrecer una solución a la situación descrita anteriormente, hizo posible realizar una propuesta funcional y viable a la problemática existente, demostrándose la validez del mismo.



Figura 6. Sensores de presión (superficie del pozo)

## Conclusiones

Con el desarrollo de este trabajo se logró elaborar un procedimiento para la implementación de IoT que integra los principales elementos que se deben tener en cuenta en esta tecnología, arribándose a las siguientes conclusiones:

La seguridad debe considerarse desde los dispositivos hasta las aplicaciones, partiendo del análisis de las posibles vulnerabilidades ligadas a las características de la solución en cuestión, y de aquellas que son intrínsecas a cualquier proyecto IoT.

El uso de la conectividad existente para el despliegue de soluciones IoT minimiza en gran medida el costo y tiempo de implementación de estas.

La escalabilidad es un aspecto fundamental a tener en cuenta durante el diseño de cualquier proyecto en

aras de poder enfrentar el crecimiento futuro que puede tener cualquier solución IoT.

En un proyecto IoT debe garantizarse la convivencia de distintos protocolos y formatos de datos, para lograr interoperabilidad entre productos de diferentes fabricantes.

No todas las aplicaciones IoT demandan los mismos recursos y tecnologías, las necesidades dependen de las características de las mismas.

Muchas aplicaciones demandan la extensión del procesamiento hasta la cercanía de los dispositivos, el cual a su vez brinda numerosas ventajas.

A partir de la aplicación del procedimiento propuesto en un caso práctico, se demostró la factibilidad del mismo.

## Referencias

- Espinoza, B., Quintas V., Vega A. (2011). *Pruebas de Desempeño*. Recuperado de [carolina.terna.net/ingsw3/datos/Pruebas\\_de\\_Desempe%F1o.pdf](http://carolina.terna.net/ingsw3/datos/Pruebas_de_Desempe%F1o.pdf)
- García, A. (2016). *Método para la implementación de Big Data en la Gestión de las Telecomunicaciones*. (Tesis de grado). Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.
- Kurose J.F and, R. K. (2013). *Computer Networking. A Top-Down Approach, Inc. USA*. Estados Unidos: Pearson Education Inc.
- Machado, D. (2016). *Propuesta de arquitectura para Internet de las Cosas* (Tesis de Grado). Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.
- Oliva, M. C. (2017). *Procedimiento para la implementación de Internet de las Cosas* (Tesis de Grado). Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.
- Padraig Scully, K. L. (2016). *Guide to IoT Solutions Development*.
- Tecnomática. (2017). Tarea Técnica Adquisición y Transmisión de Datos de los Pozos de Petróleo de Seboruco.

# Arquitectura DATA WAREHOUSING para la operación de los Servicios de Tecnologías de la Información de ETECSA

DATA warehousing architecture for the operation of the information technologies services in ETECSA

MSc. Dariel Pérez Ferrer <sup>1</sup>, MSc. Alexander Gómez Betancourt <sup>2</sup>, MSc. Rafael E. Mazaira Fernández<sup>3</sup>, Dr.Sc. Lindsay Alonso Gómez Beltrán<sup>4</sup>

Recibido: 10/2018 | Aceptado: 03/2019

## PALABRAS CLAVE

Almacén de Datos;  
Inteligencia Negocio;  
Metodología.

## RESUMEN

En esta investigación se propone el desarrollo de una arquitectura Data Warehousing que permita monitorear los indicadores de la operación de los servicios de Tecnologías de la Información (TI) para mejorar el proceso de toma de decisiones. Por tanto, se caracteriza la gestión de TI para identificar indicadores y métricas que incidan directamente en la calidad del servicio. Además, se estudian diferentes enfoques, metodologías y herramientas BI vinculadas a los conceptos de almacén de datos y arquitectura Data Warehousing.

Como resultado de la investigación se diseñó e implementó la arquitectura propuesta, lo que permitió a los directivos de Tecnologías de la Información de ETECSA, obtener información integrada y veraz para la toma de decisiones en el proceso de gestión de TI.

## KEYWORDS

Data warehouse  
Business Intelligence  
methodology

## ABSTRACT

This research proposes the development of a Data Warehousing which allows to monitor indicators of Information Technology (IT) service operations to improve the decision making process. Therefore, IT management is characterized in order to identify indicators and metrics, which directly contribute to the quality of services. In addition, the author or authors analyses different approaches, methodologies and BI tools associated with data storage and data warehousing architecture.

As a result of this research, the proposed architecture was designed and implemented, enabling ETECSA's IT directors to obtain integrated and truthful information to make decisions during the IT management process.

1 Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A., Cuba. dariel.perez@etecsa.cu

2 Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A., Cuba. alexander.gomez@etecsa.cu

3 Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A., Cuba. rafael.mazaira@etecsa.cu

4 Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz", Cuba. lindsay.gomez.beltran@gmail.com

## Introducción

En la actualidad las empresas utilizan las Tecnologías de la Información (TI) para gestionar el negocio, por este motivo la tecnología ha pasado de ser un apoyo administrativo a constituirse en una herramienta de diferenciación y ventaja estratégica. Los volúmenes de información que requieren las organizaciones de hoy en día han ocasionado que se deba dar un trato especial a la gestión de las tecnologías de la información y las comunicaciones, por ello se han elaborado estándares y mejores prácticas tendientes a optimizar el uso de recursos tecnológicos, minimizar el impacto de los riesgos asociados y contribuir a la consecución de estrategias empresariales (Paredes, 2014).

Para un mercado tan competitivo como es el sector de las telecomunicaciones, Rodríguez y Almarcha (2006) plantean que los operadores necesitan un mayor grado de flexibilidad y la capacidad de reaccionar con rapidez ante nuevos requerimientos de las áreas de negocio. Estos objetivos son adicionales a los tradicionales de los responsables de sistemas de información, como la reducción de costos, el asegurar la disponibilidad de los servicios y garantizar que los sistemas den el rendimiento necesario. Como consecuencia de esta situación los departamentos de TI han pasado de ser considerados centros de coste, encargados de mantener los sistemas de información, a ser un verdadero socio estratégico para el área de negocio.

Por tanto, la actividad de TI como el resto de la organización necesita hacer uso de la información y transformarla en conocimiento, de manera que apoye la toma de decisiones, mejore la visión y permita definir estrategias. En este sentido, los almacenes de datos o Data Warehouse (DW) y las técnicas OLAP —*On-line Analytical Processing*— son las maneras más efectivas y tecnológicamente más avanzadas para integrar, transformar y combinar los datos que faciliten al usuario o a otros sistemas el análisis de la información (Pérez, 2015).

En este entorno la actividad de TI en ETECSA está caracterizada por la operación con sistemas de gestión que concentran los datos primarios para calcular indicadores, visualizar la información o mostrar estadísticas de los servicios que brinda en cada unidad organizativa. Sin embargo, esta información es extraída de manera manual, lo que hace que el trabajo se haga tedioso y lento, incurriendo en errores humanos e informaciones falseadas. Además, se evidencia la falta

de integración e interoperabilidad entre dichos sistemas pese a que los datos de estos, se encuentran almacenados en servidores de MySQL o PostgreSQL, como son los casos de GLPI y DemandasTI respectivamente, o pueden ser consultados a través de servicios web y relacionados por elementos comunes como: usuarios, entidades, equipamientos, tipos, entre otros.

A fines del primer semestre del 2016, en el sistema GLPI encargado de gestionar los activos informáticos, las interrupciones y las solicitudes de servicios de TI en la Empresa se comportaban de la siguiente manera: 15 154 computadoras, 11 902 monitores, 6 440 impresoras, 2491 elementos del red, 28 643 dispositivos y 12 667 usuarios, con una media mensual de 5 800 tickets. Sin embargo, el análisis de la información generada en este proceso se limita al chequeo de incidencias o solicitudes de servicios abiertas y cerradas, sin medir a fondo el trabajo de las mesas de ayuda o el personal de soporte que posibilite identificar las áreas de mejora en la actividad.

En teoría, las tecnologías deberían aportar mayor sistematización y capacidad de control, no obstante, la realidad dista mucho de esta visión. La actividad de TI en la Empresa no tiene un sistema robusto que soporte la toma de decisiones. El excesivo volumen de datos, la duplicidad de estos y la poca síntesis de la información, dificulta el trabajo de los directivos. Cuando se emplean sistemas informáticos destinados a garantizar los servicios de TI con fines estadísticos, se afecta su rendimiento. La falta de análisis de causas, los comportamientos y las tendencias de interrupciones en el tiempo, aportan una visión incompleta del negocio y como consecuencia limita la toma de decisiones.

Como consecuencia de lo anterior en esta investigación se desarrolla una arquitectura Data Warehousing que permita monitorear los indicadores de la operación de los servicios de TI para mejorar el proceso de toma de decisiones en ETECSA.

## Contenido

### Gestión TI

Las organizaciones deben ir de la mano con la tecnología, pues es una ventaja competitiva ya definida (Porter, 2015); por tanto, invierten en la adquisición de hardware y software con la concepción de que se trata de una importante inversión, la debilidad entonces se traslada en su mayor parte a la gestión que dan a estos.

Según Mabilon (2010) gestionar pasa por establecer objetivos y prioridades, valorar mejores opciones, asignar recursos, gestionar y evaluar la ejecución, orientando y alineando la mejora del negocio. Según su criterio, la gestión de TI abarca cuatro funciones claves:

- Gestión de la Arquitectura TI
- Planificación y Gobierno TI
- Gestión del ciclo de vida TI
- Gobierno del aprovisionamiento

### Marcos de trabajo y estándares internacionales

Varios investigadores han discutido la necesidad de gestionar TI soportado en estándares y buenas prácticas (Piattini y Hervada, 2007; Sunthonwutinin y Chooprayoon, 2013) para así obtener su mejor rendimiento, destacándose entre otros las siguientes normas o marcos de referencias:

- ISO38500, COBIT y Val IT: estándar para el gobierno corporativo de las TI y marcos de trabajo para el Gobierno TI
- PMBOK y Prince: metodologías y mejores prácticas para la gestión de proyectos.
- ISO/IEC 20000 y ITIL V3: prácticas de Gestión de Servicios TI
- ISO/IEC 27002: código de buenas prácticas de seguridad.
- ISO/IEC 27001:2005: especificaciones para los Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información (SGSI).
- ISO/IEC 24762:2008: guías de Seguridad para la continuidad de negocio.

De forma similar, otros autores como Calderon y Pompa (2012) y Mujica y Arzola (2007) destacan la importancia de eTOM —*enhanced Telecommunication Operations Map*— como marco referencial de organizaciones de telecomunicaciones que orienta con las mejores prácticas el desarrollo y gestión de procesos, lo que permite identificar cuáles procesos e interfaces son más factibles de integrar, automatizar y estandarizar.

Sin embargo, para lograr una gestión efectiva de las TI no es obligatorio seguir un único marco de referencia, los autores Cocanguilla y Santino (2016) y Falcony (2013) integran en sus investigaciones las mejores prácticas de eTOM, ITIL —*Information Technology Infrastructure Library*— y Cobit. Anteriormente, Mujica y Arzola (2008) analiza com-

parativamente los marcos referenciales eTOM e ITIL con la norma ISO 9001:2000 y establece una relación entre ellos desde el punto de vista de su interacción en las organizaciones a fin de garantizar su eficacia, eficiencia y calidad al momento de implementarlos.

En síntesis, todos estos marcos referenciales, modelos y normas se han desarrollado con un mismo propósito: mejorar la eficiencia, facilitar la calidad de la gestión, incrementar la efectividad de los costos, reducir riesgos, entre otros.

### Inteligencia de Negocios

Howard Dresden, analista de Gartner, en 1989 propone una definición formal de Inteligencia de Negocios o Business intelligence (BI): “conceptos y métodos para mejorar las decisiones de negocio mediante el uso de sistemas de soporte basados en hechos”. Desde entonces, el concepto ha evolucionado (Curto, 2010).

Para Davenport y Harris (2007) la Inteligencia de Negocios consiste en la obtención, administración y reporte de la data orientada a la toma de decisiones, y las técnicas analíticas y procesos computarizados que se usan para el análisis de la misma.

Cuando se habla de Inteligencia de Negocios hay que considerar los diferentes elementos que la constituyen, dentro de los cuales están: la base de datos centralizada —*Data Warehouse*—, el conjunto de herramientas que utilizará el usuario final —*Business Analytics*—, las relaciones no conocidas entre las variables, que tienen que descubrirse mediante la minería de datos (también minería de texto y de la web), y metodologías complementarias como BPM —*Business Performance Management*—, las cuales sirven para monitorizar el desempeño y obtener ventaja competitiva (Turban, Volonino, y Pollard, 2008).

Diferentes autores (Curto, 2010; Inmon, 2005; Kimball y Ross, 2013) coinciden en que el componente principal de una solución de Inteligencia de Negocios es el almacén de datos. En este sentido, Trujillo y Song (2008) definen como Data Warehousing al proceso por el cual las empresas extraen sentido y significado de sus datos, a través del uso de un repositorio de datos o Data Warehouse.

Según Kimball y Ross (2013) la estructura básica de la Arquitectura Data Warehousing incluye:

- Datos operacionales
- Extracción de datos
- Transformación de datos

Carga de datos

Data warehouse

Herramientas de acceso al componente físico DW

Por lo antes mencionado, se considera importante para el desarrollo de la investigación profundizar en los elementos estructurales de la arquitectura *Data Warehousing*, en los acápites siguientes se caracterizan los aspectos teóricos sobre DW, arquitecturas, metodologías de diseño, ETL y herramientas de acceso a los datos.

## Data Warehouse

Un Data Warehouse según Inmon (2005), es una colección de datos orientada a un determinado ámbito (empresa, organización, etc.), integrado, no volátil y variable en el tiempo, que ayuda a la toma de decisiones en la entidad en la que se utiliza. Se trata, sobre todo, de un historial completo de la organización, más allá de la información transaccional y operacional, almacenado en una base de datos diseñada para favorecer el análisis y la divulgación eficiente de estos.

Mientras, Kimball, Ross, y others (2002) definen Data Warehouse como: “una copia de los datos transaccionales estructurados específicamente para consultas y análisis”.

Dentro de un DW existen dos tecnologías que se pueden ver como complementarias, una relacional para consultas y una multidimensional para análisis. Así un DW resulta ser un recipiente de datos transaccionales para proporcionar consultas operativas, y la información con el fin de llevar a cabo el análisis multidimensional (Kimball y Ross, 2013).

Sin embargo, el acceso a los datos de toda la empresa a veces no es conveniente (o necesario) para determinados usuarios que solo necesitan un subconjunto de estos, en estos casos se utilizan los Data Marts. El concepto Data Mart es una especialización del DW, y está enfocado a un departamento o área específica, como por ejemplo los departamentos de finanzas o marketing, lo que permite un mejor control de la información que se está abarcando (Kimball y Ross, 2013).

## Arquitecturas

Las corrientes surgidas sobre Data Warehousing tienen varios enfoques de diseño e implementación para la gestión de bases de datos gerenciales, cada una con sus propias características y ventajas, a saber (Aranibar, 2013):

Top-Down: el proceso ETL concentra la información proveniente de las fuentes transaccionales en una sola base de datos gerencial corporativa a partir de donde se pueden generar múltiples Data Marts.

Bottom-Up: el proceso ETL genera Data Marts independientes que luego se consolidan en un Data Warehouse corporativo.

Hybrid: rescata las fortalezas de los enfoques top-down y bottom-up para crear un escenario de coexistencia entre ambos.

Federated: enfoque poco aplicado, pero habilitado para cambios permanentes de las exigencias de los usuarios de bases de datos gerenciales.

El modelo de Kimball (bottom-up) se adapta mejor a proyectos que se van a realizar por partes (Data Marts), con equipos más generales y pequeños, tomando los expertos el manejo de las métricas, extracción, limpieza, transformación y carga de datos.

Teniendo en cuenta todo lo analizado hasta este punto se decide emplear el enfoque de construcción bottom-up de Kimball debido a las características y el alcance departamental de esta investigación, acotada a la actividad de soporte TI de ETECSA.

## Metodologías de diseño

Un paso lógico en el desarrollo de cualquier arquitectura es la elección de la metodología a utilizar.

Hay muchas metodologías de desarrollo que pueden ser utilizadas para el desarrollo de un DW, entre ellas se pueden mencionar:

Oracle —*Harmony Methodology*—

SAS —*Rapid Data Warehouse Methodology*—

Kimball —*Ciclo de Vida. Dimensional del Negocio*—

Hefesto

En su investigación Garcés (2015) establece una comparación entre 18 metodologías, agrupadas en 4 categorías: tradicionales, BI genéricas, BI propietarias y ágiles. Para esto utiliza 68 criterios, que cubren las fases siguientes: requerimientos, estrategia de proyecto, planificación del proyecto, selección de la tecnología, diseño del sistema de información, elaboración del sistema de información, planificación de la implantación, implantación piloto, capacitación y puesta en marcha del sistema. Al analizar las calificaciones de las metodologías, Kimball y Hefesto obtienen los mejores resultados cuando se analizan en conjunto y tiene un peso significativo el tamaño, tiempo y costo de la implantación.

Por tanto, se selecciona la metodología Hefesto cuya ventaja principal (Brizuela y Blanco, 2013) es que especifica puntualmente los pasos a seguir en cada fase a diferencia de otras metodologías que mencionan los procesos, mas no explican cómo realizarlo.

### Diseño multidimensional

Las metodologías de diseño de DW de forma general definen varias tareas, entre las cuales se encuentra el diseño de la data que incluye el modelamiento y la normalización.

Un modelo multidimensional está formado de una tabla con llave compuesta, llamada tabla de hecho, y un conjunto de dimensiones que tienen una sola llave primaria que corresponde exactamente a una parte de la llave compuesta de la tabla de hecho.

La colección de tablas de hechos y dimensiones se conoce como esquema multidimensional. En (Inmon, 2005; Kimball, Reeves, Ross, y Thornthwaite, 1998; Peralta, 2001) se identifican los posibles esquemas. En (Bernabeu, 2010; Peralta, 2001) se abordan tres de los fundamentales:

Esquema en estrella: conformado por una tabla de hecho con un grupo de dimensiones

Esquema copo de nieve: es una variación del esquema de estrella en las que las tablas de dimensiones se organizan jerárquicamente

Esquema constelación de hecho: constituido por un conjunto de tablas de hechos que comparten algunas dimensiones

### Extracción, transformación y carga

Existe un consenso entre los autores (Jörg y Dessloch, 2009; Kimball y Caserta, 2004) que identifican a los procesos Extracción, Transformación y Carga (ETL) como el centro de cualquier DW.

Según Montalvillo (2012) este proceso consume entre 60% y 80% del tiempo de un proyecto de Inteligencia de Negocios y un referente como Kimball y Caserta (2004) señala que 70% de los recursos necesarios para la implementación y mantenimiento de un DW son típicamente consumidos por procesos ETL.

Durante los procesos ETL, los datos son extraídos de múltiples y heterogéneas fuentes como bases de datos de Procesamiento de Transacciones en Línea, archivos de texto, hojas de cálculo, entre otras. Luego son transformados y limpiados con el objetivo de ajustarlos al diseño del DW y cargados en el mismo don-

de son accesibles para las aplicaciones de Inteligencia de Negocios (Berson y Smith, 1997; El-Sappagh, Hendawi, y El Bastawissy, 2011).

En tanto Kimball, Ross, Thornthwaite, Mundy y Becker (2008) se definen 34 subsistemas para organizar las diversas tareas que son parte de un proceso ETL. Estos subsistemas se agrupan en:

Extracción (subsistemas del 1 al 3): obtención de los datos de sus fuentes de origen

Limpieza y conformación (subsistemas del 4 al 8): consiste en acciones que permiten validar y aumentar la calidad de la información

Entrega (subsistemas del 9 al 21): carga y actualización de los datos del Data Warehouse

Gestión (subsistemas del 22 al 34): controla y supervisa la correcta tramitación de todos los componentes de la solución ETL

### Herramientas BI

Las herramientas de Inteligencia de Negocio son aplicaciones digitales diseñadas para colaborar con el BI durante el análisis y la presentación de los datos.

Tomando en cuenta un estudio realizado por la empresa española Stratebi (2017) donde se presenta, analiza y compara 7 de las herramientas más potentes del entorno Business Intelligence: Tableau, PowerBI, Information Builders, SAS, QlikView, Amazon QuickSight y Pentaho se aprecia que las herramientas mejor posicionadas son SAS y Pentaho.

Sin embargo, una comparación previa realizada por Garcés (2015) donde analiza 20 herramientas BI en el periodo del 2010 al 2014, excluye a SAS de las 5 primeras herramientas BI propietarias, pero mantiene a Pentaho como segunda opción Open Source. Para esta investigación la autora analiza 72 criterios de evaluación tomados de los reportes anuales de cuatro organizaciones especialistas en la materia: Gartner, Forrester, BI Survey BARC —*Business Application Research Center*— y Dresner Advisory Services.

Por tanto, se selecciona la Suite Pentaho como herramienta BI para el desarrollo y despliegue de la arquitectura propuesta en esta investigación, al ser una plataforma desarrollada en Java bajo la filosofía de software libre, que incluye soluciones integradas para generar informes parametrizables, minería de datos, ETL, análisis multidimensional OLAP, análisis Ad Hoc, generación de alertas, entre otros.

En resumen, hasta este punto se han revisado los referentes teóricos asociados a los componentes de una arquitectura Data Warehousing, permitiendo seleccionar el enfoque, la metodología y la herramienta BI a utilizar en esta investigación.

### **Análisis de la información en la operación de los servicios de TI en ETECSA**

La gestión de las TI en ETECSA, se rige por procesos, legislaciones y procedimientos que se apoyan en normas y estándares internacionales como ITIL, la ISO 9000:2000 e ISO 9001:2000, entre otros y en resoluciones internas o del Ministerio de la Informática y Comunicaciones de Cuba como la 127/2007.

En el procedimiento PE-TI-037/10 se define la forma de evaluación, el análisis, el formato de entrega y el control de los indicadores, para medir el uso y la disponibilidad de los recursos tecnológicos, así como el impacto económico de las TI en ETECSA.

En el procedimiento antes mencionado se definen 19 indicadores, de ellos 5 están relacionados directamente con la operación de los servicios TI:

Disponibilidad de los servicios TI

Tiempo promedio de solución

Tiempo medio de atención a incidencias

Tiempo medio de ABM usuarios

Efectividad en el cumplimiento del plan de mantenimiento

Para el cálculo de estos 5 indicadores se utiliza la información proveniente de tres sistemas Nagios, GLPI y SAP-PM, de los cuales se extraen manualmente y se llenan los modelos establecidos en el procedimiento.

Sin embargo, el análisis de los indicadores por sí solo, aunque puede dar una idea de cómo marcha la actividad su valor es incompleto y los directivos encargados de la toma de decisiones tienen una visión limitada, pues no se profundiza en las causas, no se analizan las tendencias o comportamiento en el tiempo, sin incluir el análisis desde distintas perspectivas.

Además, el empleo de sistemas operacionales para conformar los indicadores de una forma manual es un proceso lento que puede llevar a errores. Asimismo, la necesidad de información que no esté comprendida en reportes de la aplicación conlleva a consultas directas sobre las bases de datos que pueden afectar el rendimiento de los aplicativos y ocasionar afectación del servicio.

El estudio del marco de referencia ITIL como parte de esta investigación aporta nuevos elementos a

tener en cuenta para medir la calidad y el trabajo de las mesas de ayuda, como la cantidad de incidencias atendidas en 1 nivel y 2 nivel, la cantidad y tiempo de solución de incidencias graves, entre otros, que hoy no son analizados.

En conclusión, aplicaciones como GLPI se centran en la gestión de incidencias o solicitudes y en el control de la técnica instalada pero su enfoque es reactivo y en consecuencia necesita ser apoyado por sistemas preventivos y predictivos, que permitan el análisis de los datos en el tiempo para encontrar posibles mejoras o eliminar causas de problemas. Por tanto, la Empresa requiere de mecanismos más eficientes que posibiliten monitorear la operación de los servicios de TI y apoyen la toma de decisiones por parte de los directivos.

### **Arquitectura propuesta**

Los estudios realizados permitieron establecer los elementos esenciales que forman parte de la arquitectura Data Warehousing propuesta. (Figura 1)

El diseño de esta arquitectura sigue el enfoque de construcción bottom-up donde el origen de los datos será el sistema GLPI, aplicación web desarrollada en PHP con un gestor de base datos Mysql Server.

Para el proceso ETL se seleccionó la herramienta Pentaho Data Integration, perteneciente a la Suite Pentaho mediante la cual se transforman e integran datos entre sistemas de información existentes y los Data Marts que compondrán el sistema BI.

Como gestor de base de datos, para el diseño, desarrollo e implementación del almacén de datos se empleará un servidor PostgreSQL v 9.3, debido fundamentalmente a la estabilidad, potencia, robustez, facilidad de administración e implementación de estándares de este gestor de Base de Datos.

El procesamiento analítico en línea OLAP, es el componente más poderoso del Data Warehousing (Bernabeu, 2010). En la arquitectura propuesta Pentaho Analysis Service fue seleccionado como servidor OLAP al estar integrado en la Suite BI de Pentaho.

Como elementos finales de la arquitectura se encuentran las herramientas que permitan realizar análisis, confeccionar reportes y cuadros de mandos. Pentaho Reporting, Community Dashboard Editor (CDE) y las vistas de análisis (jPivot y Saiku), son los encargados de garantizar esta actividad.

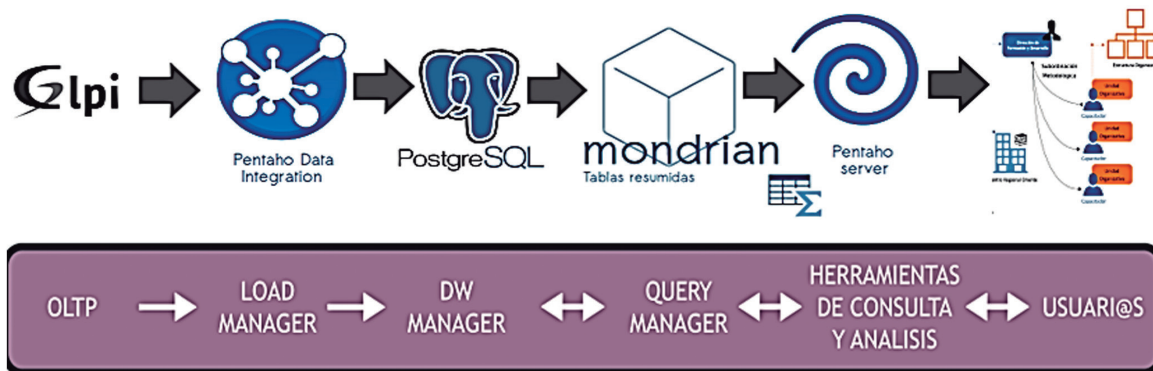


Figura 1. Arquitectura propuesta

## 2.6. Aplicación de la metodología

A continuación se desarrollan las cuatro fases definidas en la metodología Hefesto, seleccionada para el desarrollo de la investigación y a las características propias de la metodología definidas por Bernabeu (2010)

### Análisis de requerimientos

En esta fase se identificaron los requerimientos de los usuarios a través de preguntas que expliciten los objetivos de la organización. Luego, se analizaron estas preguntas con el fin de identificar cuáles fueron los indicadores y perspectivas que se tuvieron en cuenta para la construcción del DW. Finalmente, se confeccionó un modelo conceptual que permitirá visualizar el resultado obtenido en este primer paso.

Se conformó un equipo de trabajo integrado por directivos de la División de Tecnologías de la Información, jefes de departamento de TI en divisiones territoriales y especialistas de la actividad. Se establecieron encuentros de trabajo donde se analizaron los indicadores asociados a la operación de los servicios TI definidos en el procedimiento PE-TI-037/10 del Proceso TI. Además, se tomaron como guía las métricas operativas y los KPIs relacionados con la gestión de incidencias en el marco de trabajo ITIL.

Se les preguntó cuáles eran, según ellos, los indicadores que representan de mejor modo la operación de los servicios de TI y qué es exactamente lo que se desea analizar de este. La respuesta obtenida remitió a tener en cuenta y consultar datos sobre la cantidad de tickets resueltos, abiertos y pendientes, además de los tiempos de resolución, en espera y atención de incidencias o solicitudes.

Luego de analizar las preguntas del negocio como se indica en la metodología, se obtienen los siguientes indicadores: tickets cerrados, tiempo medio de solu-

ción, tiempo medio en espera, tiempo medio de atención, tiempo medio de afectación

Con sus respectivas perspectivas de análisis: nivel resolución, solicitante, técnico asignado, abierta por, tipo, entidad, tipo solución, categoría, nivel resolución, origen incidencia, prioridad, estado, fecha creado, fecha solución e incidencia.

### Análisis de los OLTP

Seguidamente, se analizan las fuentes OLTP para determinar cómo son calculados los indicadores y para establecer las respectivas correspondencias entre el modelo conceptual creado en el paso anterior y las fuentes de datos (base de dos mysql del sistema GLPI). Luego, se define qué campos se incluyen en cada perspectiva. Finalmente, se ampliará el modelo conceptual con la información obtenida en este paso.

### Modelo lógico del Data Warehouse

En este punto, se confecciona el modelo lógico de la estructura del almacén de datos, teniendo como base el modelo conceptual que ya ha sido creado. Tomando en cuenta las características del proyecto y lo estudiado se seleccionó el esquema en estrella, porque su uso permite optimizar el tiempo de respuesta de los reportes en comparación al modelo copo de nieve donde resulta más complejo.

Para definir las tablas de dimensiones se analizaron las perspectivas obtenidas en los pasos anteriores; se creó un nombre para cada tabla dimensión con una llave primaria; y además se renombraron los atributos que se consideraron necesarios, en total se crearon 14 dimensiones.

De igual forma, se creó una tabla de hecho que incluye las medidas (indicadores obtenidos) como parte de sus atributos y las claves foráneas de las dimensiones.

Finalmente, en esta fase se obtiene el esquema lógico del DW, al establecer las uniones entre las tablas de dimensiones y la tabla de hecho, con las jerarquías identificadas en sus respectivas dimensiones.

### Integración de datos

Una vez construido el modelo lógico se procede a poblarlo con datos, utilizando técnicas de limpieza, calidad de datos y procesos ETL. Posteriormente se definieron las reglas y políticas para su respectiva actualización, así como también los procesos que la llevarán a cabo utilizando la herramienta Pentaho Data Integration (PDI).

La estrategia de poblado para todas las dimensiones pasa por capturar el valor de sus atributos de la base de datos del sistema GLPI o generarlos en caso de no existir como, por ejemplo: los campos nombres de las dimensiones `dim_tracking_priority` o `dim_tracking_requesttype`. Después de capturar los datos se modifican los valores nulos o tratan las incongruencias y como paso final se insertan o actualizan en la tabla dimensión en dependencia del tipo SCD —Dimensiones Lentamente Cambiantes— definido para cada campo previamente.

El proceso comienza con la inserción o actualización de los datos de las dimensiones para entonces proceder a poblar la tabla de hecho. Esta tarea finaliza con una transformación encargada de enviar mensajes a los administradores de DW cuando el trabajo fue procesado con éxito.

Además, se definen las siguientes políticas de carga y actualización del almacén de datos tomando en cuenta los tiempos de ejecución de los ETL en base a generar la menor afectación sobre el servicio:

La información se refrescará todos los días a las 12:10 de la noche y se cargarán los datos relativos al día anterior.

Los datos de las dimensiones `dim_affecteded_service`, `dim_solutiontype`, `dim_entity`, `dim_user`, `dim_tracking_state`, `dim_tracking_category`, `dim_tracking_level`, `dim_tracking_requesttype`, `dim_tracking` y `dim_utilcategories` serán incrementados o actualizados en cada ejecución de la tarea “MASTER”.

Los datos de la dimensión “`dim_date`” serán incrementados en correspondencia a la necesidad de incluir nuevos años.

### Cubos OLAP

En los epígrafes anteriores se definió el modelo lógico del DW y se construyeron los ETL encargados de

poblar las dimensiones y la tabla de hechos, por tanto, solo resta realizar el diseño y publicación de los cubos OLAP en el servidor de Pentaho, para que puedan ser utilizados por las herramientas de análisis.

Con este objetivo se utiliza la aplicación Schema Workbench 5.2 que forma parte de la suite Pentaho.

Para el análisis de la información se pueden definir tantos cubos como sean necesarios, donde cada uno estaría orientado a un tipo de análisis en particular. Por ejemplo, se crearon dos cubos definidos de la misma tabla de hechos pero con propósitos diferentes.

**Cubo Tiques Cerrados:** cubo general que incluye la mayoría de las dimensiones y medidas obtenidas en pasos anteriores.

**Cubo Niveles Atención:** cubo centrado en el análisis de la eficiencia de la mesa de ayuda y el escalonado de los tiques.

### Reportes y Tableros de mando

La herramienta usada para la creación de reportes es Pentaho Report Designer, un editor basado en eclipse destinado a desarrolladores que permite construir y personalizar informes acordes a las necesidades de información.

Para el desarrollo de los tableros de mando se utilizó Community Dashboard Editor (CDE), instalada como parte de CTools: conjunto de herramientas de código abierto desarrollado por Webdetails.

De forma general, se desarrollaron 10 reportes y 4 cuadros como, por ejemplo: eficiencia en las Operaciones. Este cuadro de mando tiene dos vistas una nacional y una territorial. Mediante el mismo se puede comprobar a simple vista cómo se está comportando la Gestión de Tiques en las distintas mesas de ayuda del país.

### Validación de la arquitectura

Con el objetivo de valorar la efectividad de la arquitectura desarrollada se aplicó una encuesta basada en el modelo desarrollado por González (2012) para medir el impacto del Data Warehouse y la Inteligencia de Negocio en las empresas.

En el estudio antes mencionado el autor propone el empleo de 29 variables que responden a 6 constructos: Calidad de la Información, Calidad del Sistema, Calidad del Servicio, Uso, Satisfacción del Usuario e Impacto Individual. Las medidas utilizadas para medir cada uno de los ítems de los constructos son medidas perceptuales.

Se toma en cuenta que los métodos más conocidos para medir por escalas las variables que constituyen actitudes son el método de escalamiento de Likert, el diferencial semántico y la escala de Guttman (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014). Para la confección del cuestionario se emplearon 11 afirmaciones, que se evalúan utilizando una escala de Diferencial Semántico de 5 puntos y 8 afirmaciones que utilizan una escala de Likert de 5 puntos asociadas a los constructos Calidad de la Información, Calidad de la Arquitectura, Impacto Individual e Impacto en la Operación de Servicios TI.

La encuesta se sometió a consideración de directivos de la empresa, vinculados al proceso de Tecnologías de la Información y en particular a la operación de los servicios.

En la selección se tuvo en cuenta que estuvieran representados todos los actores y roles que interactúan con la Arquitectura en los diferentes niveles de la actividad de TI. Entre los que se encuentran: directores, jefes de departamentos, jefes de grupos de soporte y especialistas vinculados al desarrollo de aplicaciones BI. En total, se recogieron criterios de 18 sujetos con más de un año de experiencia en el cargo.

Para que realizaran sus valoraciones se les presentó la Arquitectura detallando su funcionamiento, las características, el alcance de los cuadros de mandos y los reportes desarrollados. Se les explicó cómo utilizar los cubos en las vistas de análisis y después de 3 meses de uso se les aplicó el instrumento diseñado. Los datos fueron procesados haciendo uso del software estadístico IBM - SPSS.

Por tanto, después de procesar todas las encuestas se obtuvo que 77,78% de los sujetos encuestados coincidieron que la calidad de la Información es “Muy Buena” y 22,22% restante “Buena”, medida a través 6 afirmaciones: relevancia (utilidad y aplicabilidad) de los datos, nivel de detalle de los datos, exactitud de los datos, actualidad de los datos, comprensión de los datos y los datos que provee el sistema están completos (todo lo que se necesita).

El 50% de los encuestados opina que la calidad de la Arquitectura es “Muy Buena” y el restante 50% “Buena”, se emplearon 5 afirmaciones relativas a la facilidad para ubicar los datos, acceso al sistema, herramientas de acceso a los datos, tiempo de espera y respuesta de la arquitectura y flexibilidad de la arquitectura para cambiar frente a nuevas exigencias.

Al medir el Impacto Individual se obtuvo 61,11% “Buena” y 38,89% “Muy Buena”, algo parecido sucede con el Impacto en la operación de servicios TI con resultados de 72,22% como “Buena” y un 27,78% “Muy Buena”.

De forma general, se puede evaluar la efectividad de la arquitectura Data Warehousing desarrollada entre “Buena” y “Muy Buena” después de procesar todas las encuestas como se muestra en la figura 2.

Sin embargo, un análisis de los descriptivos estadísticos indica la necesidad de mejorar los tiempos de respuesta de la Arquitectura, incrementar los indicadores a analizar, capacitar a los usuarios y mejorar las herramientas para el análisis de datos.

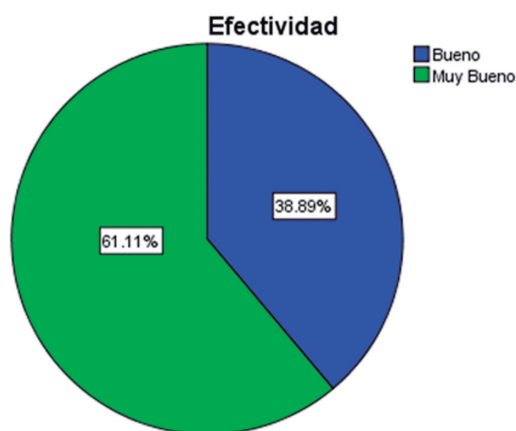


Figura 2. Efectividad Arquitectura DW

### Conclusiones

En esta investigación se ha analizado el papel de la gestión de las Tecnologías de la Información y su importancia en el mundo empresarial. La caracterización de los servicios de TI permitió identificar indicadores y métricas asociadas a la operación de las TI, además de constatar la necesidad de desarrollar una arquitectura como base para soluciones de Inteligencia de Negocio, que velen por la calidad de los servicios.

El estudio de los referentes teóricos relativo a las tecnologías para el desarrollo de arquitecturas Data Warehousing propició la selección del enfoque, metodología y las herramientas a utilizar. Siguiendo los pasos descritos en la metodología Hefesto, se obtuvo el diseño lógico del almacén de datos partiendo de perspectivas e indicadores definidos a partir de las necesidades información y los requerimientos del grupo de trabajo de TI creado para estos fines.

La implementación de la arquitectura se sustentó en soluciones de software libre, PostgreSQL como gestor de base de datos y las herramientas de la Suite Pentaho BI para garantizar los procesos de extracción, transformación y carga del DW, el análisis multidimensional de los datos, el diseño y publicación de reportes y cuadros de mando.

En consecuencia, se desarrolló una arquitectura Data Warehousing que permitió monitorear indicadores de la operación de los servicios de TI, brindando a los directivos la posibilidad de analizar el comportamiento y tendencia de los mismos en el tiempo, y actuar en consecuencia para mejorar la calidad del servicio. Cumpliendo de esta forma el objetivo general de la investigación.

## Referencias

- Aranibar, J. C. (2013). *Sistemas de Información Gerencial para la Administración del Desempeño Empresarial. La Paz, Bolivia: Gráfica Holding srl.*
- Bernabeu, R. D. (2010). *Data Warehousing: Investigación y Sistematización de Conceptos. Libro Electrónico <http://www.dataprix.com/es/data-warehousing-hefesto>, Cordova, Argentina.*
- Berson, A., y Smith, S. J. (1997). *Data warehousing, data mining, and OLAP.* McGraw-Hill, Inc.
- Brizuela, E. I. L., y Blanco, Y. C. (2013). Metodologías para desarrollar Almacén de Datos. *Revista Arquitectura e Ingeniería*, 7(3), 3–12.
- Calderón, C. A., y Pompa, A. S. (2012). El Mapa de Operaciones de las Telecomunicaciones mejorado, eTOM. *Revista Telem@tica*, 10(2).
- Cocanguilla, S., y Santino, P. (2016). *Diseño e implementación de un modelo para el control de las rutinas de operación y mantenimiento de acuerdo a las mejoras prácticas ETOM, ITIL Y COBIT para la red IP/MPLS de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones.* (B.S. thesis). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería Electrónica en Redes y Comunicación de Datos.
- Curto, J. (2010). *Introducción al business intelligence.* Barcelona, España: Editorial UOC.
- Davenport, T. H., y Harris, J. G. (2007). *Competing on analytics: The new science of winning.* Harvard Business Press.
- El-Sappagh, S. H. A., Hendawi, A. M. A., y El Bastawissy, A. H. (2011). A proposed model for data warehouse ETL processes. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 23(2), 91–104.
- Falcony, J. A. (2013). Modelo de referencia para el mejoramiento de procesos en el área de diseño y calidad de redes de acceso inalámbrico aplicado a empresas de telefonía móvil del suroccidente colombiano integrando las buenas prácticas de eTOM, ITIL y COBIT.
- Garcés, M. B. (2015). *Estudio comparativo de metodologías e implementación de alternativas business intelligence opensource vs. propietarias en entornos tradicionales; caso prototipo en las pymes en el sector agroindustrial.* Quito: Universidad de las Américas, 2015. Recuperado a partir de <http://200.24.220.94/handle/33000/2660>
- González, R. A. (2012). *Impacto de la Data Warehouse e Inteligencia de Negocios en el Desempeño de las Empresas: Investigación Empírica en Perú, como País en Vías de Desarrollo.* Universitat Ramon Llull.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 6). Mcgraw-hill México.
- Inmon, W. H. (2005). *Building the data warehouse.* John wiley & sons.
- Jörg, T., y Dessloch, S. (2009). Formalizing ETL Jobs for Incremental Loading of Data Warehouses. En *BTW* (pp. 327–346).
- Kimball, R., y Caserta, J. (2004). *The Data Warehouse ETL Toolkit: Practical Techniques for Extracting, Cleaning, Conforming, and Delivering Data.* John Wiley & Sons.

- Kimball, R., Reeves, L., Ross, M., y Thornthwaite, W. (1998). *The data warehouse lifecycle toolkit: expert methods for designing, developing, and deploying data warehouses*. John Wiley & Sons.
- Kimball, R., y Ross, M. (2013). *The data warehouse toolkit: The definitive guide to dimensional modeling*. John Wiley & Sons.
- Kimball, R., Ross, M., y others. (2002). *The data warehouse toolkit: the complete guide to dimensional modelling*. Nachdr.] New York [ua]: Wiley.
- Kimball, R., Ross, M., Thornthwaite, W., Mundy, J., y Becker, B. (2008). *The Data Warehouse Lifecycle Toolkit*. John Wiley & Sons. Recuperado a partir de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1571714>
- Mabilon, A. (2010). Retos de la gestión de las tecnologías de información en una nueva era de colaboración social. *Nuevas tendencias en management: Fundamentos y aplicaciones*, 97–125.
- Montalvillo, L. (2012). *Definición y desarrollo de herramienta web de gestión de metadatos Business Intelligence*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Mujica, J. F., y Arzola, M. (2007). Análisis comparativo entre eTOM e ISO 9001: 2000 para empresas de telecomunicaciones. En *XI Congreso de Ingeniería de Organización* (pp. 0185–0194).
- Mujica, J. F., y Arzola, M. (2008). Análisis comparativo de modelos con enfoques basado en procesos para empresas de Telecomunicaciones. En *II International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management* (pp. 105–114).
- Paredes, B. R. (2014). *Herramienta de control estratégico de la tecnología*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Maestría en Planificación y Dirección Estratégica.
- Peralta, V. (2001). *Diseño lógico de Data Warehouses a partir de esquemas conceptuales multi-dimensionales*. Master Thesis. Universidad de la República, Uruguay.
- Pérez, M. (2015). *Business Intelligence. Técnicas, herramientas y aplicaciones*. RC Libros.
- Piattini, M. G., y Hervada, F. (2007). *Gobierno de las tecnologías y los sistemas de información*.
- Porter, M. E. (2015). *Ventaja competitiva: creación y sostenimiento de un desempeño superior*. Grupo Editorial Patria.
- Rodríguez, C., y Almarcha, C. (2006). Agilidad empresarial y tendencias en los sistemas de información de los operadores de telecomunicaciones. *Economía Industrial*, (361), 81–91.
- Stratebi, T. (2017). Comparativa de herramientas Business Intelligence. Recuperado 4 de julio de 2017, a partir de <http://todobi.blogspot.com/2017/04/comparativa-de-herramientas-business.html>
- Sunthonwutinun, W., y Chooprayoon, V. (2013). A benchmarking study of standard frameworks for information technology governance. En *The Second Asian Conference on Information Systems, ACIS*.
- Trujillo, J., y Song, I.-Y. (2008). *New trends in data warehousing and OLAP*. North-Holland.
- Turban, E., Volonino, L., y Pollard, C. (2008). *Information technology for management: Transforming organizations in the digital economy*.



En la Revista Científico Técnica Tono, los especialistas y técnicos, tienen la posibilidad de publicar, luego de un riguroso proceso de revisión, artículos con información de contenido novedoso en ciencia y tecnología, con temas como la Electrónica, las Telecomunicaciones, la Informática, así como temas relacionados con la Empresa Moderna.

Los trabajos deben ser originales e inéditos y su envío a publicación supone el compromiso del autor de no someterlo a consideración de otras publicaciones. Deberán estar siempre en formato digital y se harán llegar directamente a la Dirección de Información y Vigilancia Estratégica remitidos a la Lic. Alena Bastos Baños, Editora ejecutiva de la publicación, a través del correo electrónico (tono@etecca.cu/alena.bastos@etecca.cu) o personalmente en cualquier dispositivo de almacenamiento.

Serán publicados, siempre que hayan sido aprobados por el Consejo Editorial de la Revista Científico Técnica Tono, los trabajos que se encuentren dentro del marco de la siguiente tipología:

**Artículos de investigación:** Comprende trabajos de Investigación, Desarrollo, Producción, y Servicios técnicos. Tienen por finalidad dar a conocer una contribución original de conocimientos empíricos al entendimiento teórico-práctico de una materia, al desarrollo investigativo de la misma o su aplicación, ya sea en el campo científico-técnico o docente. Tendrá una extensión de 10 a 15 cuartillas incluida la bibliografía y los anexos. Este tipo de contribución se somete a revisión por pares a doble ciego.

**Artículos de revisión:** Revisión bibliográfica, con valoración incluida sobre un tema dado. Puede abarcar períodos de tiempo largos o remitirse al estado actual en que se encuentra un tema en específico. Estará comprendida entre las 15 y 25 cuartillas sin contar bibliografía (que deberán ser más de 50 entradas bibliográficas) y anexos. Aunque existen dos modalidades: revisión descriptiva y revisión crítica, Tono solo aceptará la segunda, que implica una evaluación o valoración exhaustiva del aspecto tratado. Este tipo de contribución generalmente será realizado por un especialista de un tema dado a petición del Consejo Editorial y será sometida a revisión por pares a doble ciego.

**Informe científico técnico:** Documento que describe el proceso o los resultados de una investigación científica o técnica, o el estado del arte de un problema de esta índole. Generalmente forma parte de una serie de documentos numerados. Tendrá una extensión de más de 5 a 10 cuartillas incluida la bibliografía y los anexos. Se someterá a revisión por pares a doble ciego.

**Estudios de casos:** Son trabajos destinados a valorar experiencias, investigaciones, innovaciones, situaciones y resultados, ya sea de tipo científico, técnico, así como su tratamiento metodológico. Tono solo aceptará las modalidades de *Situación valoración* (Análisis y evaluación) y *Situación problema* (Descripción, análisis, esencia y causas, evaluación y toma de decisiones). Tendrá una extensión de 5 a 10 cuartillas y será sometido solo a revisión editorial.

**Cartas al Editor:** Cualquier tipo de comentario sobre la revista, temas de actualidad, eventos, cursos, etc., dirigidas al editor. Establecen un foro de opiniones e interpretaciones sobre tópicos nuevos en un campo específico. Deben ser revisadas por el Consejo Editorial con el fin de precisar el grado de interés para los lectores de la publicación. Es el canal de comunicación entre el equipo y los lectores, y su principal sistema de retroalimentación. Tendrán un máximo de 3 cuartillas.

Se entregará al autor(es) y coautor(es) un documento acreditativo de la publicación del trabajo.

## NORMAS DE PRESENTACIÓN

Los trabajos que aspiren a ser publicados en Tono deberán prepararse utilizando el procesador de texto Microsoft Word. Los ficheros resultantes deberán tener por nombre el mismo título del trabajo y se presentarán a una sola columna dentro de los márgenes establecidos (tamaño de papel Carta, márgenes superior 3.0cm, inferior 2.0cm e izquierdo y derecho 2.5cm). No se deberá imprimir ningún marco alrededor del texto.

El tipo de letra a utilizar para el cuerpo del trabajo será Arial 11pt. y renglones con interlineado 1.15.

En el caso del Título y los subtítulos se utilizará Arial 12 en Negritas y Arial 11 en Negritas, respectivamente.

Las figuras deben ser de buena calidad y junto con las tablas deben estar intercaladas en el texto. En el caso de que por la calidad de las imágenes o por la cantidad utilizada dentro del texto el trabajo exceda los 15 Mb, se deberá entonces enviar las imágenes en una carpeta aparte, identificadas y numeradas en forma consecutiva, con el pie correspondiente, en ese caso también el autor deberá indicar dentro del texto (entre paréntesis) dónde debe colocarse cada imagen. Para las imágenes se utilizarán los formatos: JPG, TIFF, BMP en 300 DPI. En todos los casos se deberá indicar la procedencia de las fotos.

Los Pies de imagen o figura llevarán por formato Arial 9 y se representarán de la siguiente forma: **Figura 1. / Fig. 1.** Pie de figura.

Deben ser declaradas convenientemente toda la nomenclatura de los símbolos empleados y las unidades correspondientes.

Es obligatorio el uso del Sistema Internacional de Unidades.

La extensión de los trabajos dependerá del tipo de documento que se presente. Los artículos de reseña, investigación y revisión no deben exceder las 10, 15 y 20 cuartillas respectivamente, **incluida bibliografía y anexos**, las comunicaciones cortas deben comprender entre 2 y 5 cuartillas y para las cartas al editor solo se admitirá hasta un máximo de 3 cuartillas.

Las notas al pie de página deben quedar distribuidas a lo largo del texto, estas no deben ocupar más de la tercera parte de la página y si se excedieran han de continuar en la página siguiente, siempre deben identificarse con un número en el texto que remita al lector al inferior de la página. En cada página se permitirán solamente hasta tres notas.

La Dirección de Información y Vigilancia Estratégica devolverá a sus respectivos autores los trabajos que no cumplan los requisitos de presentación antes establecidos.

Si los trabajos son aprobados con modificaciones, estos deberán ser reenviados con la señalización REV. en el nombre del fichero (Ejemplo: REV. Propuesta para la mejora...).

## Trabajos con estructuras establecidas. Organización de la información

Artículos de investigación

Título y autores

En la primera página del artículo debe escribirse el título. Este deberá reflejar de manera clara y directa el contenido del artículo, ofrecerá la mayor cantidad de información específica con el mínimo de palabras, por lo que no debe exceder las 15 palabras y deben evitarse las abreviaturas a menos que estas sean muy reconocidas en el área específica que se piensa publicar.

Luego del Título deben presentarse los nombres de los autores organizados por: título académico, nombres completos y los apellidos (unidos por guión) alineados a la izquierda, con tipografía Arial 11pt.;

sus filiaciones, cargo actual y correos electrónicos serán identificados apropiadamente con superíndices.

#### **Ejemplo:**

#### **Autor(es):**

Dr. Juan Alberto Pérez-García<sup>1</sup>

Lic. Claudia Pomares-Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A.; Especialista B en Telemática; Cuba. [juan.perez@etecsa.cu](mailto:juan.perez@etecsa.cu)

<sup>2</sup> Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A.; [claudia@etecsa.cu](mailto:claudia@etecsa.cu)

**Nota:** *El autor principal lo define: grado de responsabilidad y contenido (más de 50%) y no el título académico.*

#### **Resumen**

De los diferentes tipos de resúmenes existentes, para esta revista se requiere el Indicativo, que consiste en una breve y exacta representación del contenido del trabajo. Debe tener entre 200-250 palabras y no debe contener referencias ni fórmulas. El contenido debe incluir los aspectos más importantes: propósitos del estudio o investigación, aportes, métodos y procedimientos básicos, resultados significativos y conclusiones; no debe incluir informaciones que no sean analizadas y discutidas en el artículo.

#### **Palabras Clave**

Reflejan la esencia del trabajo, los términos más empleados en la especialidad o los conceptos más relevantes. Deben utilizarse entre 4 y 8 palabras o frases cortas, organizadas por orden de prioridad, que ayudarán a clasificar el artículo para su futura recuperación. Deben estar en ALTAS separadas por punto y coma (;) y con Arial 11 pt.

#### **Introducción**

Será el primer acápite del artículo. En este momento debe precisarse ¿por qué y para qué la investigación o estudio? Se deben exponer los antecedentes, hipótesis y sistema de objetivos. Debe presentarse el propósito del artículo y resumir el fundamento lógico del estudio u observación; además debe hacer una mención breve sobre la metodología usada y el ámbito del estudio (local, nacional o internacional). Una página es suficiente para esta parte.

#### **Materiales y Métodos**

Deben definirse ¿cómo y con qué se realizó la investigación o el estudio?; procedimientos estadísticos, diseño, evaluación de la información y de los datos. Esta parte del artículo debe dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿qué se estudió?, ¿cuándo se estudió?, ¿dónde se estudió?, ¿cuál método?, ¿cómo se estudió? Deberán escribirse correctamente las palabras técnicas, los términos específicos del tema y los nombres científicos de plantas, animales, microorganismos y otros.

#### **Resultados**

Deben ser breves y claros; dar respuesta a las interrogantes e hipótesis, siguiendo una secuencia lógica, así como aportar nuevas evidencias. Debe transitarse de lo desconocido a lo conocido y seleccionarse los resultados realmente significativos. Deben descartarse los hallazgos secundarios y destacarse o resumirse solo las observaciones importantes. Los gráficos y las tablas sirven de apoyo siempre que no repitan los datos expuestos en el texto.

#### **Discusión**

Es la parte donde deben ser analizados e interpretados los resultados, su significado, logros y limitaciones, además deben resaltarse los aspectos novedosos del estudio, sus aplicaciones prácticas y las conclusiones que se derivan de ellos. De ser necesario, en este apartado deben ser delimitados los aspectos no resueltos y los límites de las aplicaciones

de los resultados. Si es necesario, además, se pueden proponer recomendaciones derivadas de los propios resultados que se presentan en el trabajo teniendo siempre en cuenta la diferencia entre las ideas que son apoyadas por los experimentos ya realizados (evidencia concreta) y las preguntas que podrían ser contestadas con experimentos aún por realizar (especulación).

#### **Conclusiones**

En este apartado deben exponerse las consecuencias de los resultados y establecerse el nexo de estas con los objetivos de la investigación o estudio. Deben evitarse las generalizaciones y verdades absolutas, así como extraer conclusiones que no se encuentren lo suficientemente respaldadas por los datos.

#### **Recomendaciones**

De ser necesario, se propondrán nuevas hipótesis o aspectos que sean objeto de ulterior investigación.

#### **Bibliografía**

Para la presentación tanto de las citas contextuales (o sea dentro del texto), como de la bibliografía utilizada para la conformación del artículo, debe emplearse el Estilo Bibliográfico APA de 5<sup>a</sup> Edición en adelante.

##### **Libros**

Apellidos, A. A. (Año). *Título*. Ciudad: Editorial.

Apellidos, A. A. (Año). *Título*. Recuperado de <http://www.xxxxxx.xxx>

Apellidos, A. A. (Ed.). (Año). *Título*. Ciudad: Editorial.

##### **Formas básicas para un capítulo de un libro o entrada en una obra de referencia**

Apellidos, A. A. & Apellidos, B. B. (Año). Título del capítulo o la entrada. En Apellidos, A.B. (Ed.), *Título del libro* (pp. xx-xx). Ciudad: Editorial.

Apellidos, A. A. & Apellidos, B. B. (Año). Título del capítulo o entrada. En Apellidos, A. A. (Ed.), *Título del libro* (pp. xx-xx). Ciudad: Editorial. Recuperado de <http://www.xxxxxx>

##### **Publicaciones periódicas**

Apellidos, A. A., Apellidos, B. B. & Apellidos, C. C. (Fecha). Título del artículo.

*Título de la publicación*, volumen(número), pp. xx-xx. doi: xx.xxxxxxx

##### **Informe técnico**

Apellidos, A. A. (Año). *Título*. (Informe Núm. xxx). Ciudad: Editorial.

##### **Tesis**

Apellidos, A. A. (Año). *Título*. (Tesis inédita de -especificar grado por el que se opta-). Nombre de la institución, Localización.

##### **Leyes**

Nombre de la ley, Volumen Fuente § sección (Año)

##### **Sitios o páginas web**

Nombre oficial del sitio web. Dirección electrónica. (acceso mes día, año). [16] IEC. <http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/artnum/000022> (acceso diciembre 5, 2009).

##### **Cita de un trabajo realizado por un autor, el cual no ha sido leído directamente, sino en una fuente secundaria (Cita de citas)**

Se coloca dentro del texto el(los) apellidos del autor(es) original del trabajo, seguido de la información entre paréntesis: año del trabajo original, c.p. Apellidos de la fuente(s) secundaria, año de publicación de la fuente secundaria.

Ejemplos:

♦ Santisteban (1993, c.p. Santalla y Cañoto, 1994)...

♦ (Santisteban, 1993 c.p. Santalla y Cañoto, 1994).



Revista Técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A.

## Declaración de originalidad del trabajo escrito

Título del artículo

---

---

Mediante esta comunicación, certifico que el artículo enviado para posible publicación en la revista técnica *Tono*, es de mi entera autoría debido a que sus contenidos son producto de mi directa y auténtica contribución intelectual. Además, este trabajo es una investigación inédita, es decir, que no ha sido postulado a otro espacio de difusión —revistas o como partes de capítulo de libro, entre otros—.

Los datos y referencias a la literatura especializada ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las referencias bibliográficas al final del trabajo.

Por todo lo anterior declaro que todos los materiales presentados para posible publicación están totalmente libres de derechos de autor y, en consecuencia, me hago responsable de cualquier litigio o reclamación relacionada con Derechos de Propiedad Intelectual.

En caso de que el artículo sea seleccionado para ser publicado por la revista técnica *Tono*, manifiesto que cedo plenamente al Dirección de Información y Vigilancia Estratégica de ETECSA los derechos de reproducción, edición, distribución, exhibición y comunicación del mismo dentro y fuera del país, por medios impresos, electrónicos, CD ROM, Internet, etc., reconociendo siempre los derechos de autor correspondientes.

Para constancia de lo expuesto, firmo esta declaración a los \_\_\_\_\_ días, del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_, en la ciudad de \_\_\_\_\_.

Nombre y Apellidos del futuro colaborador

---

No. Carnet de Identidad: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

# tono



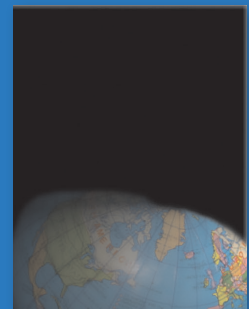
La arrancada



A la sombra de las  
redes en flor



El éxtasis de la  
velocidad



En todas partes



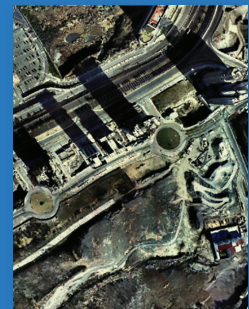
En busca de una  
seguridad razonable



Arquitecturas  
convergentes



La educación  
regulatoria



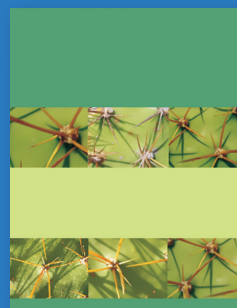
El laberinto múltiple



Cualquier tecnología  
avanzada es  
indistinguible de la magia



Conmovidos por el  
llamado de la luz



El entorno protector



Redes sin límites