



RITI

Revista de Ingeniería, Tecnología  
e Innovación de la Universidad de Oriente

Año I - Vol. 1 - 2012



Revista  
Ingeniería  
Tecnología  
Innovación

Deposito Legal: ppI201202MO4115  
ISSN:

[riti.udo.edu.ve](http://riti.udo.edu.ve)



## CONTENIDO

### *Tecnología de la información/ sistemas*

**Jesús Chaparro, YhuanailysNúñez, María Santana**

Modelo de sistema de certificación electrónica para gestión de procesos administrativos universitarios.

*Model system for electronic certification process management business college*

(3 – 16)

### *Tecnología/ sistemas*

**Juan José Oliveira Maurera y Yraulis Daniela Pino Marcano**

Plan de acción basado en control de calidad y filosofía ITIL para la gestión de soporte técnico de sistemas.

*Action plan based on quality control and ITIL philosophy for management support systems.*

(17 – 30)

**Julia Imery Fernández Centeno**

Impacto de la implementación del sistema de competencias I-Learn en la empresa Servicios Halliburton de Venezuela

*Impact of the implementation of the skills system I-Learn in the Halliburton Services Company of Venezuela.*

(31 – 41)

### *Telecomunicaciones/ redes*

**Ana Victoria Marcano e Hildegard Struppek**

Red HFC para servicios de banda ancha comercial en la empresa Corporación Telemic C.A sede Anaco, estado Anzoátegui

*HFC network broadband for commercial services of business Corporation Telemic C.A Anaco, Anzoátegui State*

(42 – 52)

### *Química/ petróleo*

**Tomás Darío Marín, María José Rendón, Marlinis Ysabely Aliendres**

Modelo matemático para la estimación del porcentaje de asfaltenos en crudo en función de la gravedad API, la temperatura y el índice de refracción.

*Mathematical model for the estimation of asphaltene percentage on crude oil in based on gravity API, temperature and the refractive index.*

(53 – 62)

## EDITORIAL

*El Departamento de Ingeniería de Sistemas (DIS) funciona desde el año 2010 en los cuales se han formado unos 206 Ingenieros de Sistemas ayudando con ello al fortalecimiento del Estado Monagas y Venezuela en la provisión de excelentes profesionales en las distintas áreas de ésta hermosa carrera, la cual a pesar de ser aún muy joven ha producido aportes importantes y significativos en la investigación tanto en la forma de tesis de grado como aquellos derivados de Proyectos de Investigación, es por ello que nace la Revista de Ingeniería, Tecnología e Innovación de la Universidad de Oriente (RITIUDO), la cual es una revista digital arbitrada editada por el Centro de Investigación de Ingeniería de Sistemas (CIIS) del DIS del Núcleo de Monagas, su objetivo principal es divulgar este conocimiento generado en el DIS, así como aquel producido en otras Universidades e Institutos de Investigación de Venezuela y foráneos. La Revista cuenta con un Comité Editorial el cual ha hecho posible lograr ésta primera publicación, el apoyo del Decano del Núcleo, Dr. Ernesto Hurtado el cual ha sido crucial para materializar éste sueño. Por otra parte, damos gracias infinitas a los autores de este primer número, el cual cuenta con cinco artículos, por el envío de los mismos y estamos completamente seguros que en un futuro no muy lejano estaremos hablando de numerosos artículos por cada volumen. Finalmente queremos expresar nuestro profundo y sincero agradecimiento a los árbitros quienes de una manera desinteresada evaluaron estos cinco manuscritos e hicieron posible la publicación de una revista de una calidad académica y científica excelente.*

*Del pueblo venimos y hacia el pueblo vamos!!!*

## **Modelo de sistema de certificación electrónica para gestión de procesos administrativos universitarios**

Model system for electronic certification process management business college

**Chaparro Jesús<sup>1</sup>, Núñez Yhuanailys<sup>2</sup>, Santana María<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Gerencia y Coordinación Académica de la Enseñanza en Carreras Largas. Áreas Interdisciplinarias, Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela.

<sup>2</sup>Centro de Computación, Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela.

Email: [jchaparro@udo.edu.ve](mailto:jchaparro@udo.edu.ve), [ynunez@udo.edu.ve](mailto:ynunez@udo.edu.ve), [maryjosc@hotmail.com](mailto:maryjosc@hotmail.com)

Recibido: 16/08/2012

Aceptado: 17/02/2013

### **RESUMEN**

El presente trabajo investigativo se realizó con la finalidad de establecer una propuesta enmarcada en modelar un sistema de certificación electrónica para la gestión de los procesos administrativos y así obtener un instrumento que facilite la comprensión de estos procesos y la visualización de la estructura de un mecanismo orientado a dar respuesta rápida y oportuna a las necesidades presentes en una institución universitaria en relación a sus operaciones, las cuales se ejecutan de forma tradicional, buscando que los mismos sean realizados electrónicamente. Esta investigación representa uno de los primeros pasos para la incorporación de este tipo de herramienta (firma electrónica), teniendo como caso de estudio la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas. Se fundamentó en un tipo de investigación proyectiva de nivel comprensivo y un diseño de fuente mixta, se empleó como técnica de recolección de datos las entrevistas no estructuradas, la observación directa y la revisión documental, todo esto cimentado en el análisis de contenido, con técnicas de procesamiento de información. Para el desarrollo del modelado se empleó la metodología GRAY WATCH conjuntamente con el lenguaje unificado UML y la extensión UML Business, estas herramientas permitieron modelar los procesos requeridos para la acreditación y autenticación de documentos, de esta forma concluir con lo propuesto, donde el modelo definido para la universidad resultó factible mas no viable por los costos a incurrir en este tipo de infraestructura.

**Palabra clave:** Acreditación, Certificación, Firma electrónica, UML, WATCH.

### **ABSTRACT**

This research work was performed in order to establish a proposal framed in modeling electronic certification system for the management of administrative processes in order to obtain a tool that facilitates the understanding of these processes and visualizing the structure of a mechanism to provide rapid and timely response to the current needs of a university in relation to its operations, which run in a traditional way, so that they are made electronically. This research represents one of the first steps to incorporate this type of tool (electronic signature), taking as a case study at the University of East core Monagas. It was based on a type of projective research and design a comprehensive level of mixed source was used as a technique for data collection unstructured interviews, direct observation and document review, all grounded in the content analysis techniques information processing. For model development methodology was used in conjunction with the WATCH GRAY unified language UML and Business UML extension, these tools allow modeling the process required for accreditation and authentication of

documents, concluding thus proposed, where the model defined college was feasible but not feasible for the costs incurred in this type of infrastructure

**Keyword:** Accreditation, Certification, Electronic Signature, UML, WATCH.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día la conectividad es fundamental para muchas actividades y es real a partir de la existencia de internet y de la necesidad de determinar cómo conducir las transacciones de manera segura a través de la web haciendo uso de las nuevas tecnologías de información, soportadas en estrategias que mediante su implementación garanticen la privacidad de los datos, descritas mediante políticas y controles de seguridad que permitan la identificación de amenazas que puedan explotar vulnerabilidades y que pongan en riesgo dicho activo, es decir, que ayuden a proteger y salvaguardar tanto información como los sistemas que la almacenan y administran.

Actualmente la firma electrónica forma parte de esas nuevas tecnologías, la misma hace uso de mecanismos de seguridad avanzados y complejos que garantizan la confiabilidad de las transacciones para quienes la emplean. Permitiendo la comprobación de la identidad y de la veracidad e integridad de los mensaje intercambiados a través de la red. Para ello, la firma deberá estar debidamente validada por autoridades de certificación, que por medio de la expedición de un archivo (certificado electrónico) será el encargado de garantizar que una empresa o persona es quien dice ser, permitiendo así, la firma electrónica de un documento.

El proceso de certificación de firma trae consigo ciertos procedimientos establecidos por entes encargados de la prestación de este tipo de servicios, enmarcados en requisitos (tecnológicos, económico- financiero, legal y de auditoría) que deberán cumplir las instituciones interesada en la incorporación y utilización de la firma electrónica, abarcando una serie de etapas debidamente estudiadas, que garanticen la total eficiencia del empleo de esta herramienta.

Todo esto da una visión general de que el empleo de este tipo de instrumentos tecnológicos genera ventajas significativas y mejoras a largo plazo en las organizaciones, originando mayor competitividad en sus operaciones, permitiendo la agilización y mejora de sus procesos tanto interno como externo, es decir, que las mismas, a la hora de ser ejecutada aseguren la privacidad de la información.

La investigación desarrollada se inició con el estudio de la firma electrónica, así como de los distintos elementos integrados a ella, que permitió obtener una visión general de los requerimientos necesarios para el diseño del modelo, que de acuerdo a las necesidades planteadas se adecuara a lo requerido. Para ello se elaboró un plan de actividades, donde se describieron los distintos hitos a considerar. Durante el estudio de estas actividades se generaron distintas interrogantes enmarcadas en los procedimientos que se deberían seguir para la obtención de una firma electrónica, los mismos descritos de la siguiente manera:

1. ¿Cuáles son los elementos principales de la firma electrónica?
2. ¿Cuáles son las instituciones que actualmente en el país prestan este tipo de servicios?
3. ¿Cuál es el marco legal presente para la firma electrónica de un documento?
4. ¿Qué requisitos deben cubrir las organizaciones para los procesos de certificación?

5. ¿Qué organizaciones utilizan este tipo de herramientas en sus operaciones?
6. ¿Qué beneficios genera el empleo de este tipo de herramienta para quienes lo utilizan?
7. ¿Cuáles son los costos involucrados para la generación de este tipo de sistemas en las organizaciones?
8. ¿Qué instituciones proveedoras de servicio de certificación existen en el país?

La Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas forma parte de las organizaciones que se unen a la idea de implementar cambios tecnológicos que contribuyan a mejorar los servicios y garantizar la calidad de los mismos para satisfacer las necesidades de la comunidad universitaria. De tal manera, que estas NTIC (Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación) cambiarán la forma en que se gestionan estas transacciones dentro de la institución, originando así, la instauración de una nueva cultura y legislación administrativa, en cuanto al uso, alcance y efecto de la implementación de estos medios electrónicos en los procesos de gestión administrativas. Formando nuevos escenarios tecnológicos y sociales que constituye una oportunidad única para que la institución impulse múltiples actuaciones a fin de modernizar su actividad de gestión, lo que representa un gran desafío para adaptarse a las enormes posibilidades que ofrece la tecnología a la hora de prestar mejores servicios de una forma más eficaz y eficiente.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El enfoque de la investigación fue de tipo proyectivo. Hurtado (2000). El diseño fue de fuente mixta ya que para la recolección de información se utilizó fuentes impresas (documentos escritos), así como en la implementación de otras técnicas como localización y fijación de datos, análisis de documentos y contenido que permitieron generar obtención de información coherente sobre el entorno bajo estudio. Todo esto basado en la indagación de los datos, utilizando para ello un análisis metódico, que permitió explicar las causas y efectos presentes en la misma, contribuyendo así a la generalización de las bases fundamentales para el desarrollo del modelo, además de una investigación de campo, Arias (2006).

De acuerdo a esta definición, cabe resaltar que el presente proyecto parte del estudio de los hechos sobre la situación actual de firmado de los documentos en la institución (UDO) con el fin de determinar las necesidades presentes y conocer la forma en que la misma lleva sus procesos administrativos en sus distintas dependencias. Además de la indagación tanto en el aspecto jurídico, técnico, así como de funcionabilidad y operatividad de los procesos de certificación presentes actualmente en materia de certificación electrónica, correspondientes a las instituciones encargadas de promover e impulsar este tipo de herramientas (firma electrónica).

En este trabajo para la selección de la población se consideraron todas las 63 dependencias que integran tanto en la parte administrativa, como académica de la institución. Para delimitar el ámbito de la investigación, se tomó una muestra representativa para el estudio, dos dependencias, una en el área administrativa integrado por (2) persona, la secretaria y el jefe del departamento y otra en el área académica conformada por (2) persona, la secretaria y el jefe de la unidad, para dar una totalidad de (4) personas. Representado una muestra representativa para el análisis.

Para efecto de este proyecto las técnicas empleadas para le recopilación de información

basada en el logro del objetivo trazado en esta investigación y siguiendo ciertos esquemas en cuanto a técnicas existentes para la obtención de datos del entorno bajo estudio, fueron: la observación directa, la revisión bibliográfica, la encuesta y la entrevista no estructurada. Todas ellas enfocadas en la obtención de los datos más importantes y fundamentales para la investigación.

## **Metodología Operativa**

La metodología aplicada para el modelo fue la del método GRAY WATCH (Montilva, Barrios y Rivero 2008) el cual describe los procesos técnicos gerenciales y de soporte que deben emplear los equipos de trabajo, que deberá ser instanciado, es decir, adaptado cada vez que se aplique. El mismo se centró en las etapas de Modelado de Negocios e Ingeniería de Requisitos del cuerpo del Modelo de Proceso Técnicos, así como la generación de los productos asociados al cuerpo del Modelo de Producto y los procesos de gestión, verificación, configuración y calidad del cuerpo del Modelo de Apoyo del respectivo método, se hizo uso del Lenguaje del Modelo Unificado (UML) y su extensión UML Business (Erickson y Penker 2000). A continuación se hace una descripción de las etapas de la metodología operativa utilizada:

### **Etapas I: Estudio del Negocio**

En esta etapa se llevó a cabo las dos primeras fases de la metodología utilizada (**Fase I, Gestión y Fase II, Soporte**), centrada en una serie de procesos que se ejecutaron a todo lo largo de la investigación, gestionando así el aseguramiento de calidad del producto, y el control de los cambios que modifican al mismo. Se realizó un estudio sobre la firma electrónica, con el fin de obtener información necesaria sobre el manejo y procedimientos de las actividades involucradas para la acreditación de la institución (UDO-Monagas).

De igual forma se investigó sobre las instituciones que actualmente están al servicio del desarrollo de estas nuevas tecnologías de información, además de determinar los fundamentos que esta herramienta (firma electrónica) ofrece a las organizaciones que deseen incorporarla en sus operaciones administrativas. Así como los beneficios, que la misma pueda generar para quienes la empleen. Toda la información que se obtuvo durante el estudio del negocio fue analizada y almacenada en un conjunto de documentos que forman parte de las dos primeras fases de la metodología GRAY WATCH. Se empezó con la elaboración del: Documento de inicio; Instanciación del método y el Plan integral del proyecto.

### **Etapas II: Requisitos del Modelo**

Aquí se desarrolló parte de la tercera fase de la metodología, denominada *Análisis*, estructurado de acuerdo a las interrelaciones y productos que se obtuvieron durante la investigación. Lo primero fue definir los procesos y funciones involucradas para la generación de la firma, así como los componentes físicos necesarios, considerados en cuanto a tecnología, mediante un estudio de las herramientas presentes en el mercado para así poder generar las especificaciones necesarias para la construcción del modelo. Durante esta etapa (requisito del modelo) se evaluaron las características y funcionalidades del modelo en cuanto a la aplicación requerida para la autenticación del documento. Los productos generados se enmarcaron en: Documento de requisito del modelo y unas especificaciones generales donde se describieron las propiedades de la aplicación a utilizar para su futura implementación.

### **Etapa III: Diseño del Modelo**

En esta etapa se completó la tercera fase de la metodología, donde se definieron e integraron todos los componentes, procesos requeridos para la acreditación de la universidad como autoridad certificadora de firma. Mediante el empleo de herramientas basadas en notaciones diagrafmales, se elaboró la documentación final del modelo, permitiendo así obtener el producto requerido del proceso, cumpliendo de esta forma con el objetivo general de la investigación. La documentación se basó en diagramas donde se especificaron los flujos requeridos para que el proceso tanto de acreditación de la institución, como de autenticación de documentos, estén dentro de los parámetros establecidos por las instituciones que actualmente se encuentran en el país y que le dan cabida a que estas operaciones tenga la total validez.

Se definió mediante un cuadro, las actividades ejecutadas y productos generados durante el desarrollo de las etapas de la investigación con el propósito de hacer tangible los objetivos planteados, mediante el empleo de la metodología GRAY WATCH, apoyada en el uso del Lenguaje de Modelado Unificado (UML) y su extensión a UML Business.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los sistemas de certificación electrónica que actualmente se utilizan para la firma de un documento digital, traen consigo ciertos componentes primordiales que constituyen el todo para que los procesos que se ejecuten a través de este tipo de sistema tengan la total validez y eficiencia. Los resultados generados en las distintas fases planteadas por la metodología divididas por etapas fueron desarrolladas considerando las diferentes actividades definidas para la misma, que produjeron los aportes necesarios para la culminación y logro del objetivo general planteado. A continuación se explica los procedimientos seguidos en cada etapa, que contribuyeron a la construcción del modelo.

### **Etapa I: Estudio del negocio**

En esta etapa se llevó a cabo una serie de procesos, gestionados para el aseguramiento de la calidad del modelo, así como el seguimiento del control de los cambios del mismo. Se inició con la realización del estudio sobre la situación actual de la institución en sus procesos administrativos para el firmado de documento, de esta manera tener una visión general de las necesidades presente en este tipo de transacciones. Seguidamente se procedió a investigar sobre la firma electrónica, con el fin de obtener la información necesaria sobre el manejo y procedimientos de las actividades involucradas para la acreditación. De igual forma se investigó sobre las instituciones que actualmente están al servicio del desarrollo de estas nuevas tecnologías de información, entre las que se encuentra la autoridad raíz que es SUSCERTE y autoridades subordinadas de los procesos de certificación como lo son PROCET y La Fundación Instituto de Ingeniería (FII). Se determinaron los fundamentos que la firma electrónica ofrece a las organizaciones que deseen incorporarla en sus operaciones administrativas.

El sistema modelado debió regirse por ciertos estándares de seguridad que le permitirán la comprensión y manejo del mismo en condiciones específicas para su uso. De igual forma proporcionan herramientas para el mantenimiento y cuidado del mismo. Los estándares y lineamientos de seguridad que se establecen son:

### **En cuanto a prácticas de certificación:**

ETSI TS 102 042: “Policy requirements for certification authorities issuing public key certificates”. V 1.1.1 (2002-4).

RFC 3647. “Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate Policy and Certification Practices Framework“. Noviembre 2003.

### **Respecto a seguridad:**

ISO/IEC 17799:2005 Tecnología de la información –Técnicas de seguridad –Código para la práctica de la gestión de la seguridad de la información (2005).

ISO/IEC 15408: Common Criteria for Information Technology Security Evaluation, Version 2.1 (2000).

FIPS PUB 140-2: Security Requirements for Cryptographic Modules, (Diciembre 2002).

### **Referentes a estructura de certificados:**

ITU-T Rec. X.509 (1997) Tecnología de la información. Interconexión de sistemas abiertos – El directorio – Marco de autenticación.

ITU-T Rec. X.690 (1997) / ISO/IEC 8825-1:1998. ASN.1 Basic Encoding Rules.

### **Para repositorio de información:**

[RFC 2559] Boeyen, S. "Internet X.509 Public Key Infrastructure. Abril 2002.

[RFC 4386] Boeyen, S. "Internet X.509 Public Key Infrastructure repository locator services. Febrero 2006.

### **En cuanto a criptografía**

RFC 3280] “Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and Certificate Revocation List (CRL) Profile”. Abril 2002.

Además se identificaron los beneficios, generados en el empleo de este tipo de herramientas (firma electrónica). Toda la información que se obtuvo durante el estudio del negocio fue analizada y almacenada en un conjunto de documentos que formaron parte de las dos primeras fases de la metodología GRAY WATCH. Se inició con la elaboración del: Documento inicio; Instanciación del método y el Plan integral del proyecto.

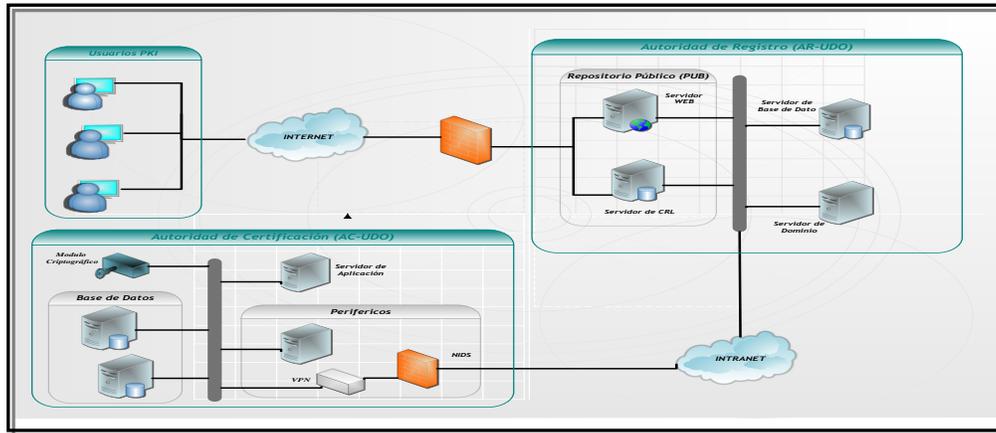
### **Etapas II: Requisitos del Modelo**

Para esta etapa se definieron los requerimientos de las actividades técnicas, la misma se enmarcó en la definición de los procesos y funciones involucradas para la generación de firma así como los componentes físicos necesarios en cuanto a tecnología para el modelo descrito, mediante las herramientas presentes en el mercado para la construcción de la misma, que satisfagan a las necesidades del entorno bajo estudio (Universidad de Oriente, Núcleo Monagas). Además de conocer los flujos involucrado entre dependencia para la gestión administrativa del proceso de firma de documentos, para así de esta manera establecer el dominio o el ambiente organizacional del entorno y definir y especificar los requisitos funcionales y no funcionales respectivamente para el modelo.



planteado, además de integrar los roles de las entidades descritas por la IETF - PKIX, se le agregara un Administrador de Repositorio Público (AD-PUB). La figura 2 muestra la estructura planteada.

De igual manera se determinaron los requerimientos a nivel de software y hardware que se adecuen a las exigencias del modelo propuesto. Se obtuvieron 40 requisitos funcionales que establecen los servicios que debe proporcionar la aplicación, determinando la funcionalidad de la misma, es decir, describen lo que la aplicación deberá hacer. También se determinaron 64 requisitos no funcionales que definen las limitaciones que se le impondrán al sistema a la hora de la implementación futura.



**Figura 2. Estructura PKI Modelo Planteado**

De igual manera se determinaron los requerimientos a nivel de software y hardware que se adecuen a las exigencias del modelo propuesto. Se obtuvieron 40 requisitos funcionales que establecen los servicios que deben proporcionar la aplicación, determinando la funcionalidad de la misma, es decir, describen lo que la aplicación deberá hacer. También se determinaron 64 requisitos no funcionales que definen las limitaciones que se le impondrán al sistema a la hora de la implementación futura.

Los productos que se generaron se enmarcaron en: Documento de requisito del modelo y unas especificaciones generales donde se describen las propiedades de la aplicación a utilizar para su futura implementación. Las mismas facilitadas por la Fundación Instituto de Ingeniería (FII) que representa una autoridad subordinada de carácter público, que actualmente presta este tipo de servicios a las instituciones que requieran incorporar la firma en sus procesos.

### 1.1 Etapa III: Diseño del Modelo

En esta etapa se completó la tercera fase de la metodología, donde se definió e integró todos los componentes, procesos requeridos para la acreditación de la universidad como autoridad certificadora de firma. Mediante el empleo de herramientas basadas en notaciones diagramales, se elaboró la documentación final del modelo, obteniendo el producto requerido del proceso, cumpliendo de esta forma con el objetivo general de la investigación.

La documentación se basó en diagramas donde se especificaron los flujos requeridos para que el proceso tanto de acreditación de la institución, como de autenticación de documento, estén dentro de los parámetro establecidos por las instituciones que actualmente se encuentran en el

país y que le dan cabida a que estas operaciones de firma tenga la total validez. Obteniendo el modelo general del sistema, estructurado para un tipo de Autoridad Subordinada de Tercer Nivel, sujeta por una Autoridad de segundo Nivel como lo es la Fundación Instituto de Ingeniería (FII). Cabe destacar que esta autoridad de tercer nivel puede trabajar en dos escenarios; el primero de ello es que la infraestructura esté dentro del proveedor, y el segundo es que este fuera de él, para el caso de la UDO- Monagas la plataforma para los procesos de firma definida estará fuera del proveedor.

La estructura de este modelo se describe siguiendo los requisitos del Modelo Jerárquico de la Infraestructura Nacional de Certificación Electrónica de ese proveedor (FII), incorporada a ese esquema. Para la descripción de los flujos de los procesos antes mencionados fue necesario la utilización de ciertos tipos de diagramas, en marcados en:

### Modelado de Proceso del Negocio

Es un diagrama que describe los propósitos u objetivos presentes en el negocio, destacando los actores que controlan, ejecutan y apoyan el logro de cada uno de los procesos fundamentales y de apoyos a partir del proceso general del negocio. Mediante la Cadena de Valor asociada se identificaron los procesos técnicos de gestión y de soporte del método GRAY WATCH, al más alto nivel de abstracción, clasificándolo en procesos fundamentales (proceso técnico) y procesos de apoyo (proceso de gestión y soporte).

En la figura 3 y 4, p. 10, se describe la Cadena de Valor del Proceso de Firma de Documento y Acreditación respectivamente.

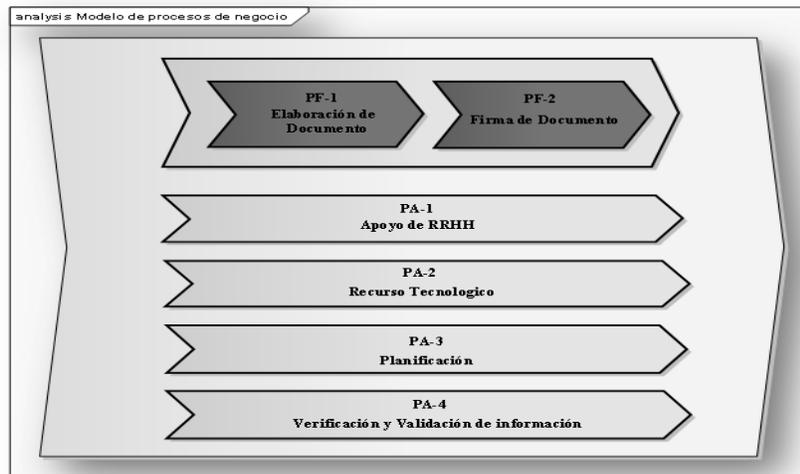


Figura 3. Cadena de valor. Firma de documento.

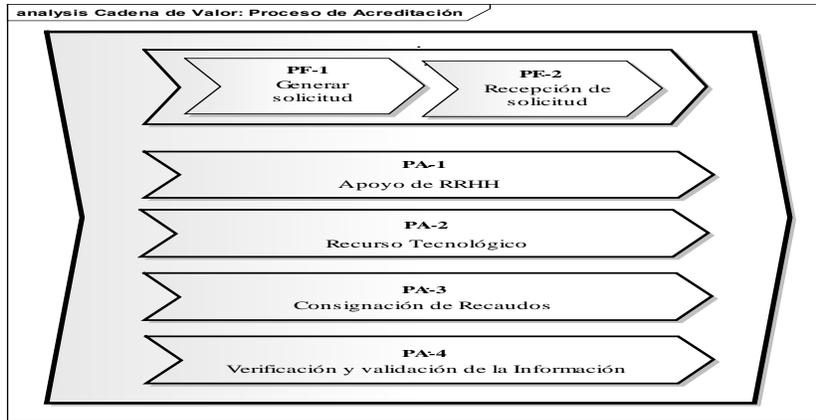


Figura 4: Cadena de Valor. Proceso de Acreditación

De igual manera en las figuras 5 y 6 se muestran los diagramas de procesos, PF-1 de Elaboración de Documento y Generar Solicitud, asociado a la Cadena de Valor de Firma de documento y Acreditación.

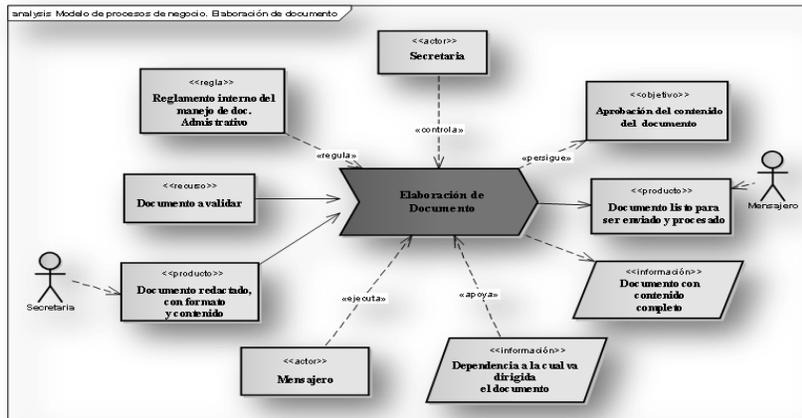


Figura 5. Diagrama de proceso. Elaboración de documento

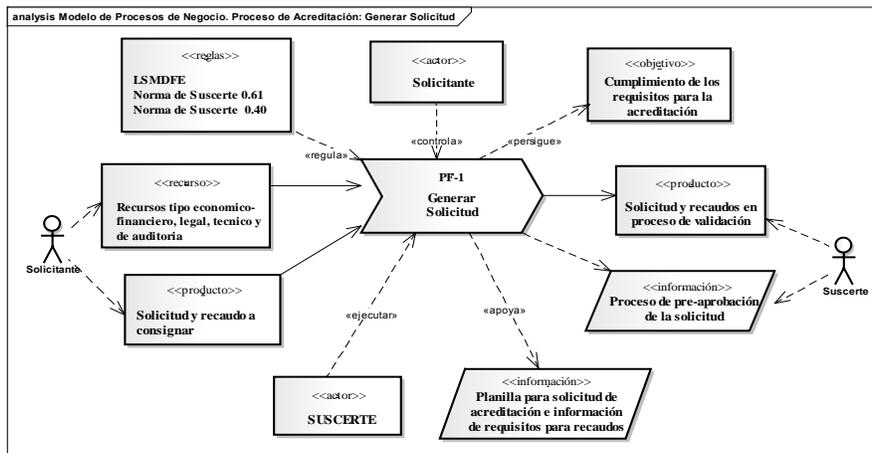


Figura 6: Modelado de Proceso de Acreditación: Generar Solicitud

### **Modelado de Regla del Negocio**

Define aquellas reglas implícitas en el proceso de negocio que fundamentan las condiciones del entorno en estudio. A través del modelado de las reglas del negocio se señalaran o nombraran las leyes, reglamentos, normas del negocio (ver figura 7, p. 12).

### **Modelado de actores**

Con este modelo se representaron los actores involucrados en el sistema, los roles de cada uno de ellos, así como las actividades a desempeñar en el sistema.

### **Organigrama del Negocio.**

Se describe gráficamente los roles básicos requeridos en la dirección y apoyo de los procesos de negocios; Firma de documento y Acreditación.

### **Proceso Firma de Documento**

El proceso de dirección para la firma de un documento actualmente en la institución (UDO-Monagas) se preside por el jefe de la dependencia quien es el encargado de verificar y validar la información de la documentación para posteriormente de acuerdo a los resultados de la revisión, firmar y sellar. En apoyo a este proceso se encuentra el rol de la secretaria que es la encargada de recabar y recolectar de acuerdo a especificaciones los datos necesarios para la redacción de la documentación a ser procesada. De igual forma el mensajero es integrante de ese proceso, ya que es el encargado de facilitar, hacer llegar la documentación a su destino, (ver figura 8, p.12).

### **Proceso de Acreditación**

La dirección para el proceso de acreditación está a cargo de la Superintendencia de Servicios de Certificación Electrónica (SUSCERTE) que es el encargado de supervisar y dirigir el cumplimiento de todos los requisitos exigidos para llevar a cabo con éxito este proceso. En apoyo tanto para la institución (UDO-Monagas) como para el proceso de acreditación, está un Proveedor de Servicio de Certificación (PSC) que para el caso de estudio, es un proveedor público, rol que preside la Fundación Instituto de Ingeniería (FII), la misma orientara para que la institución cumpla con los lineamientos exigidos por SUSCERTE. La universidad estará incorporada en el modelo jerárquico de ese proveedor público, es decir, la institución será una Autoridad asociada a este PSC FII. Por tal razón a la hora de recabar todos los requisitos para tal proceso, estos deberán estar abalados por la FII, (ver figura 9, p.13).

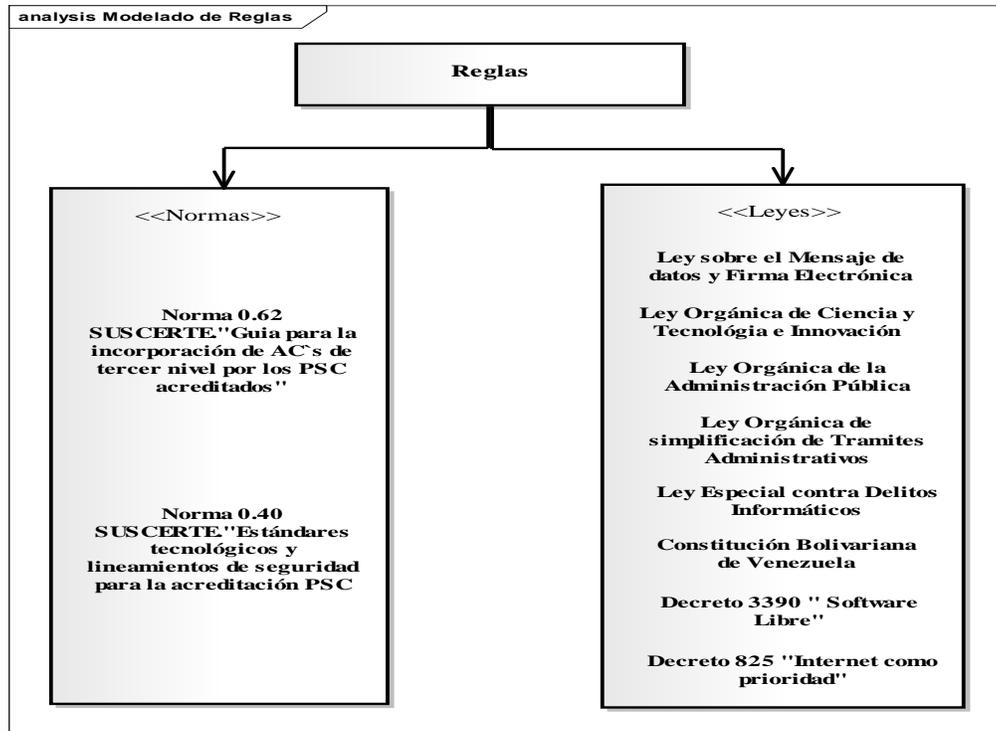


Figura 7. Modelo de Regla del Proceso de Acreditación

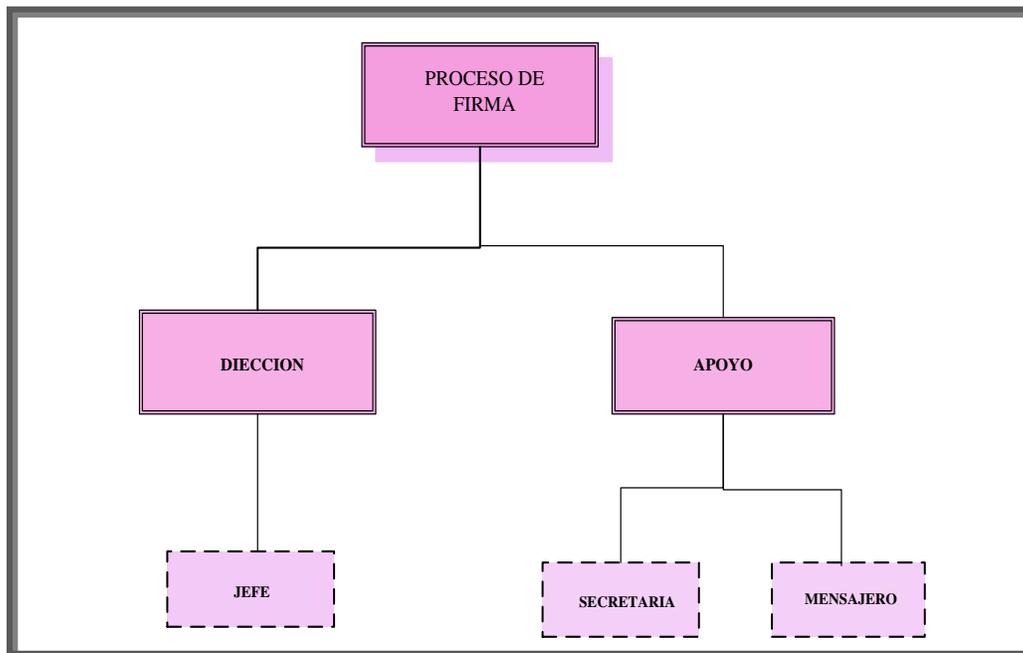
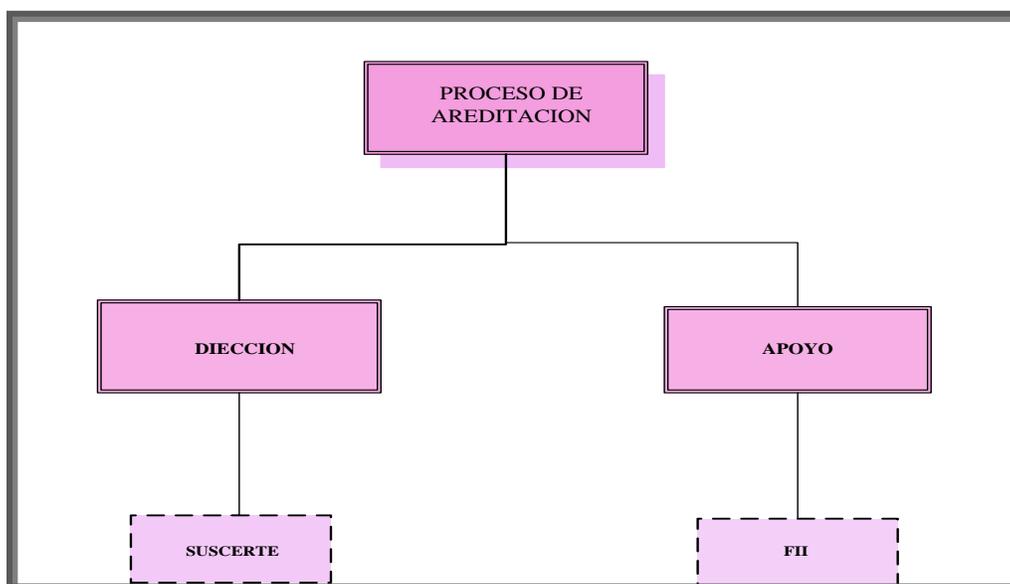


Figura 8. Organigrama de negocio. Proceso de firma



**Figura 9.** Organigrama de negocio. Proceso de Acreditación

## CONCLUSIONES

A través del análisis de la información recolectada se pudo definir las especificaciones generales del modelo, enmarcado tanto para el proceso de acreditación de la institución como ente certificador de firma, así como lo referido a la emisión de certificados al personal de la universidad. Para que la incorporación de la firma se concrete en la institución, la misma debe seguir con una serie de pasos ya establecidos que permitan la verificación y evaluación detallada de los requisitos (tecnológicos, económico-financiero, legal y de auditoría) obtenidos. De igual forma contar con la documentación adecuada, en donde se definan las políticas de certificación a utilizar, así como declaración de práctica de certificado, manuales de operaciones, además del adiestramiento del personal. A pesar de que el modelo planteado en este trabajo cumple con las especificaciones para una Autoridad de Certificación de Tercer Nivel (AC de 3<sup>er</sup> Nivel) y satisface lo requerido por la institución en cuanto a sus procesos de firma, es decir, para su implementación, no es un proyecto viable, por los altos costos, que conlleva ajustar las plataformas y procedimientos; costos estos obtenidos de distintos proveedores y que lo más viable sería la inserción de un proyecto a través de un organismo gubernamental, lo que sí lo haría posible ejecutarlo.

La implementación de la firma electrónica en cualquier institución u organización requiere de tiempo y estudio, ya que es un proceso que abarca una serie de etapas debidamente especificadas, por los entes encargados de difundir este tipo de herramientas. Es importante que para este tipo de proyecto donde se emplee esta herramienta (firma electrónica) se cuente con la colaboración de estas instituciones, por su experiencia y conocimientos, permitiendo una mejor orientación sobre el tema.

Sumado a todo lo descrito anteriormente, a la hora de implementar cualquier sistema computacional todo Servicio Público deberá preocuparse por la seguridad de su sistema y su

instalaciones no importa qué modelo informático (los mismos pueden estar enmarcados en sistemas de Firma Electrónica) se dese incorporar, ya que la seguridad no depende tanto de la capacidad de los algoritmos de cifrado (relacionado a la Firma Electrónica) o de la cantidad de contrafuegos (Firewall) que proteja la red de la institución, se basa en una dependencia mucho mayor de la gestión en seguridad que realice internamente la organización.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIAS, F. (2006). El Proyecto de Investigación, (5ed.), Editorial Episteme, Caracas, Venezuela.
- BESEMBEL, M., MONTILVA, J. (2006). Modelado de Sistema Usando UML 2.0 [Grabación en casete del Programa de actualización profesional en software empresarial basado en componentes, Mérida].
- ERICKSON, H. y PENKER, M. (2000). Business Modeling With UML: Business Patterns at Work – Editorial OMG Press - EEUU
- HERNÁNDEZ, R., BERRIOS, K. y GONZÁLEZ, V. (2009). Identidad Electrónica [libro en Línea]. SUSCERTE .Superintendencia de Servicios de Certificación Electrónica. Disponible: <http://www.suscerte.gob.ve/images/libro-v3.6.pdf> . [Consulta: 2010, Febrero 18].
- HURTADO, J. (2000). Metodología de la Investigación Holística, (3ed.), Editorial SYPAL, Caracas, Venezuela.
- HURTADO, J. (2008), El Proyecto de Investigación. (6ta ed) Editorial SYPAL, Caracas, Venezuela.
- JACOBSON, I., BOOCH, G., RUMBAUGH J. (2000). El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. Madrid.
- LEY N<sup>o</sup> 37.148. Venezuela. Sobre el Mensaje de Dato y Firma Electrónica. Presidente de la República Bolivariana. Caracas - Venezuela, Febrero 2001.
- MONTILVA, Jonas A. (2004). “*Desarrollo de Aplicaciones Empresariales EL MÉTODO Watch*”, Versión 2004. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Dpto. de Computación, Mérida – Venezuela. [Libro en Línea].
- NORMA 040. Guía de estándares tecnológicos y lineamientos de seguridad para la acreditación como proveedor de servicios de acreditación. SUSCERTE, Caracas – Venezuela.
- NORMA 062. Guía para la incorporación de autoridades de certificación de tercer nivel por los proveedores de servicios de certificados acreditados. SUSCERTE, Caracas – Venezuela.
- TOROSSI, G. Modelado de Objeto con UML [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.chaco.gove.ar/utum/diserodesistemas/apuntes/.../Apunteuml.pdf>.

## **Plan de acción basado en control de calidad y filosofía ITIL para la gestión de soporte técnico de sistemas**

Action plan based on quality control and ITIL philosophy for management support systems

**Juan José Oliveira Maurera y Yuraulis Daniela Pino Marcano**

Gerencia y Coordinación Académica de la Enseñanza en Carreras Largas. Áreas Interdisciplinarias,  
Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela.

Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela.

E-mail: [joliveira@udo.edu.ve](mailto:joliveira@udo.edu.ve), [yura0214@hotmail.com](mailto:yura0214@hotmail.com)

Recibido: 17/08/2012

Aceptado: 07/05/2013

### **RESUMEN**

La evolución tecnológica aporta nuevas estrategias y mecanismos que facilitan las tareas cotidianas a las que está destinada la sociedad. Por ello, el objetivo principal de este trabajo fue desarrollar un plan de acción basado en control de calidad y filosofía ITIL para la gestión de soporte técnico (Help Desk), teniendo como caso de estudio el Departamento de Sistemas del Centro Cardiovascular Oriental "Dr. Miguel Hernández" (CCO) Maturín, Estado, Monagas. Esto con el fin de dar solución a los inconvenientes que presentaba dicho departamento en relación a los servicios de tecnologías de información prestados, efectuando nuevos procesos y procedimientos propios de la gestión, de manera oportuna, para así garantizar una eficiente prestación del servicio help desk. Según las características del estudio, corresponde a una investigación proyectiva de nivel comprensivo, enmarcada en la modalidad de proyecto factible. Para lograr el objetivo de esta investigación se aplicó la metodología Seis Sigma, la cual permitió detectar la mayor cantidad de fallas que generaban la problemática y encontrar las soluciones más eficaces y de calidad gracias al apoyo en la filosofía ITIL (Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información). Se realizaron análisis y determinación de los requerimientos necesarios para el mejoramiento de los servicios de Help Desk, se diseñó la estructura del sistema de gestión de servicios, y se definieron los procedimientos y lineamientos a seguir, hasta el establecimiento del plan de acción preciso para la implementación del centro de servicios.

**Palabras claves:** ITIL, plan de acción, help desk, seis sigma, soporte técnico.

### **ABSTRACT**

Technology development creates new strategies and mechanisms that make everyday tasks easier it is intended to society. Therefore, the main objective of this work was to develop an action plan based on quality control and philosophy ITIL for management Support (Help Desk), taking as a case study Systems Department Cardiovascular Center East "Dr. Miguel Hernández "(CCO) Maturin, state of Monagas. This in order to solve the problems that presented the department with regard to the information technology services provided, making new processes and procedures of management in a timely manner in order to ensure efficient provision of help desk service. According to the characteristics of the study, corresponding to a comprehensive level projective research, framed in the form of feasible project. To achieve the objective of this research was applied Six Sigma methodology, which allowed us to detect as many faults that generated the problem and find the most effective solutions and quality thanks to the support in philosophy ITIL (IT Infrastructure Library of Information). Analyzes were performed and determination of the requirements for improved Help Desk services are designed the structure of service

management system, and defined procedures and guidelines to follow, until the establishment of precise action plan for implementation of the service center.

**Keywords:** ITIL, action plan, help desk, six sigma, technical support.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, gran cantidad de organizaciones dependen más y más de las tecnologías de información, para hacer eficaces sus procesos estratégicos y de negocios, mejorando así sus operaciones habituales. Muchos autores, como Horovitz (2001), Cuatrecasas (2010) y Evans y Lindsay (2008), coinciden en señalar que este crecimiento conduce a la necesidad de generar servicios de calidad que logren satisfacer tanto los requerimientos del negocio, como las exigencias que emanan de los usuarios, además de contribuir a la obtención de los objetivos organizacionales. En pro de mantener la calidad de los servicios, cubrir las expectativas de los usuarios y sobre todo alcanzar los objetivos corporativos surge la Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información (ITIL, en sus siglas en inglés), que según Van (2007), proporciona una descripción detallada de buenas prácticas, roles, tareas, procedimientos y responsabilidades que pueden adaptarse a cualquier tipo de organización y permiten gestionar los servicios TI.

En este sentido, para conservar la buena administración de las tecnologías de información, muchos organismos buscan implementar mecanismos que le permitan adaptarse a los cambios constantes, principalmente prestar servicios de calidad. En este caso, como lo advierte su creador Gutierrez y De la Vara (2009), el enfoque Seis Sigma ha sido de gran ayuda para mejorar los procedimientos, eliminando la mayor cantidad de fallas existentes en la generación de productos y servicios con el objetivo de mantener la competitividad así como estar preparados para enfrentar las variaciones y avances continuos en el mundo tecnológico-empresarial, enfocándose en las características críticas de los clientes para incrementar el grado de satisfacción de los mismos.

Es por ello, que el empeño de las organizaciones por mantener su funcionamiento y bienestar de sus trabajadores se hace cada día más necesario ya que es el principal motivo para su crecimiento. Hoy día existe una plataforma que reúne un conglomerado de servicios de soporte técnico dentro de las empresas, especialmente utilizada para mantener su operatividad tecnológica y el desempeño de sus empleados, esta plataforma es conocida como sistema help desk, este medio ofrece un conjunto de asistencias relacionadas con la ayuda técnico, permitiendo incrementar la productividad y aumentando la satisfacción de los usuarios tanto internos como externos.

El Departamento de Sistemas del Centro Cardiovascular “Dr. Miguel Hernández” forma parte de estas organizaciones que se unen a la idea de implementar cambios tecnológicos que contribuyan a mejorar los servicios y garantizar la calidad de los mismos para satisfacer las necesidades de los usuarios. Es por ello, que en esta investigación se planteó el desarrollo de un plan de acción basado en el control de calidad y en la filosofía ITIL para la administración y gestión de soporte técnico (Help Desk) en el Departamento de Sistemas del Centro Cardiovascular Oriental "Dr. Miguel Hernández" (CCO) Maturín, Estado, Monagas con el fin de mejorar los servicios de tecnologías de información que presta dicho departamento, alinear los procesos y garantizar un eficiente servicio de help desk.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La realización de este trabajo se enmarcó dentro de una investigación de tipo proyectiva, también llamada de proyecto factible, debido a que está orientada a proporcionar solución o respuesta a problemas planteados en una determinada realidad y a la obtención analítica de soluciones a través de un modelo operativo viable. Hurtado (2007), esto indica que este tipo de investigación está orientada a explorar, describir y proponer alternativas de cambios, mas no necesariamente ejecutar la propuesta.

La presente investigación se considera de nivel comprensivo, ya que se describe la realidad del problema y, además, se realiza una propuesta de un modelo funcional viable que solucione la problemática. Esta investigación también es considerada de fuente mixta, pues la recopilación y tratamiento de datos enlaza la investigación documental con la de campo, para así profundizar en el tema analizado y tratar de cubrir todos los posibles ángulos de exploración. Arias (2006). La investigación documental incluye los estudios que refieren la recolección de datos mediante el manejo de documentos de diversa índole y la de campo aplica a investigaciones que necesariamente requieren de salir al contexto (campo) donde se genera el dato. Fontaines (2012).

En este caso, la población tomada del centro cardiovascular Dr. “Miguel Hernández” estuvo representada por 53 personas que corresponden a las respectivas áreas asistencial y administrativa, incluyendo las que integran el departamento de sistemas, que hacen uso de equipos de computación y es el personal que pudiera utilizar el servicio help desk y tomando en cuenta las características de la población finita y manejable, fue considerada como muestra, por lo que en esta investigación no se aplicaron criterios muestrales. Las técnicas utilizadas en este estudio fueron principalmente la observación directa, la revisión bibliográfica, la encuesta y la entrevista no estructurada. Todas ellas enfocadas en la obtención de los datos más importantes y fundamentales para la investigación y teniendo como instrumentos la libreta de anotaciones, videograbadora y el cuestionario.

### **Metodología operativa**

La fusión de la metodología seis sigma propuesta por Escalante (2008), con las prácticas de ITIL delineadas por Van (2007), permite la detección de errores originados por la problemática existente enfocado en la mejora de las fallas. A continuación se describe cada una de las fases de la metodología resultante:

**Fase I: Definir el problema;** en esta primera etapa se estudió el funcionamiento del departamento de sistemas así como la situación actual del mismo; de igual manera estuvieron involucradas otras tareas como, la identificación de los clientes y usuarios del área bajo estudio, con el propósito de evidenciar sus percepciones y necesidades; explorar las responsabilidades y cargos existentes, también se recolectaron y analizaron los datos recopilados a través de las distintas técnicas utilizadas identificadas en la sección de Métodos, lo que permitió la caracterización de las variables más resaltantes que constitúan los focos problemáticos.

**Fase II: Análisis de requerimientos;** una vez obtenidos los datos fueron evaluados con el propósito de identificar y seleccionar las causas potenciales del problema, resaltando así las variables de mayor impacto para la elaboración del análisis causa-efecto, lo que permitió

clasificar y jerarquizar los aspectos críticos elegidos anteriormente y analizar los requerimientos necesarios para mejorar el servicio de Help Desk.

**Fase III: Diseñar un modelo ideal;** para lograr definir un modelo basado en calidad se estudiaron otros sistemas de help desk y se compararon con el sistema actual definiendo los factores de éxito y claves, así como también se realizó la evaluación de los estándares de calidad y niveles de servicio, paso en el que tuvo un papel importante el enfoque ITIL, debido a que se examinaron los sistemas de gestión y provisión de servicios, gestión de incidentes que forman parte del marco de referencia de la biblioteca de infraestructura de tecnologías de información.

**Fase IV: Mejorar situación actual;** en esta etapa se estudiaron cambios a considerar, se identificaron las fortalezas y limitaciones del sistema actual, de igual forma se diseñó el modelo ideal para el departamento de sistemas, lo que permitió establecer una comparación entre el modelo propuesto y el sistema actual, por último un respectivo análisis de riesgos. Seguidamente, se estableció el plan de acción en pro de mejorar la situación actual y calidad del servicio de help desk prestado por el departamento de sistemas.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### ***Fase I: Definir el problema***

Apoyado en los resultados obtenidos a través de la encuesta realizada, la observación, entrevistas y revisión bibliográfica, se ejecutó la formulación de aquellos factores promotores de las anomalías dentro del departamento, basado en los siguientes criterios: calidad de servicio, efectividad en los procesos y control de la gestión, los cuales se establecieron en conjunto con la gerencia del departamento por formar parte de la operatividad del área; sin embargo paradójicamente, son los que de forma progresiva dificultan, limitan el crecimiento y su buen funcionamiento; entre los principales focos asociados a estos criterios se identificaron: la falta de manuales y normas de procedimientos, deficiencias en los servicios ofrecidos, inexistencia de mantenimiento preventivo, ausencia de indicadores de gestión, falta de documentación y registros, inadecuados medios para reportar, fallas continuas en equipos de computación, insuficientes recursos económicos, falta de control de incidencias, falta de planificación, carencia de filosofía organizativa, usuarios insatisfechos, falta de personal técnico, largos tiempos de respuesta y finalmente, deficiente administración y gestión del servicio.

### ***Fase II: Análisis de requerimientos***

Esta segunda etapa estuvo dirigida a evaluar los resultados obtenidos en la fase anterior con el propósito de identificar y seleccionar las causas potenciales del problema. Para ello, se elaboró primeramente el diagrama causa-efecto resaltando así las variables de mayor impacto para su respectivo razonamiento. Seguidamente se elaboró el análisis de motricidad dependencia que permitió catalogar y ponderar los aspectos elegidos anteriormente.

Con el propósito de obtener una nueva visión acerca de las causas del problema se utilizó el análisis causa efecto como herramienta para clasificar y jerarquizar los aspectos críticos mencionados anteriormente; en la Figura 1, se muestra el diagrama causa-efecto (Ishikawa) o

también conocido como espina de pescado, el cual se basa en una relación causal que facilita la organización y representación de las diferentes teorías sobre las causas de un problema.

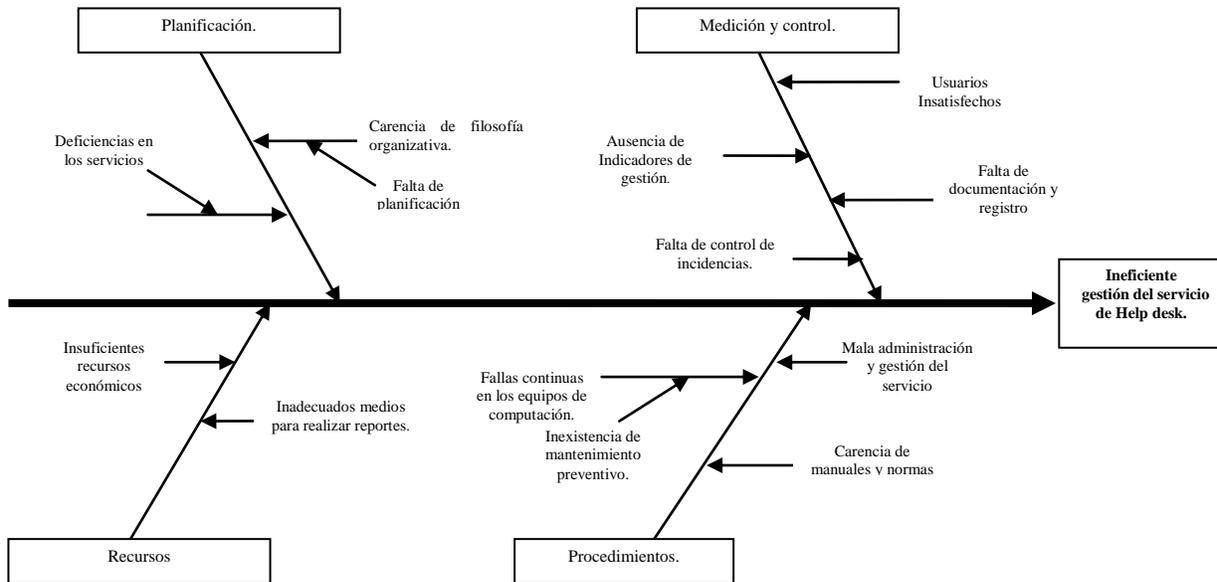


Figura 1. Diagrama causa-efecto de la situación actual

Para profundizar aún más en el análisis de focos problemáticos, y a fin de cuantificar los resultados obtenidos con las técnicas manejadas anteriormente, se utilizó la técnica Motricidad-Dependencia. La técnica establece que por medio de una matriz se evalúa la influencia directa que ejerce una variable sobre otra. Posteriormente, se elabora un diagrama de motricidad-dependencia, en el cual se grafican los índices de motricidad (eje Y) y los de dependencia (eje X) determinados para cada variable, como se muestra en la Figura 2.

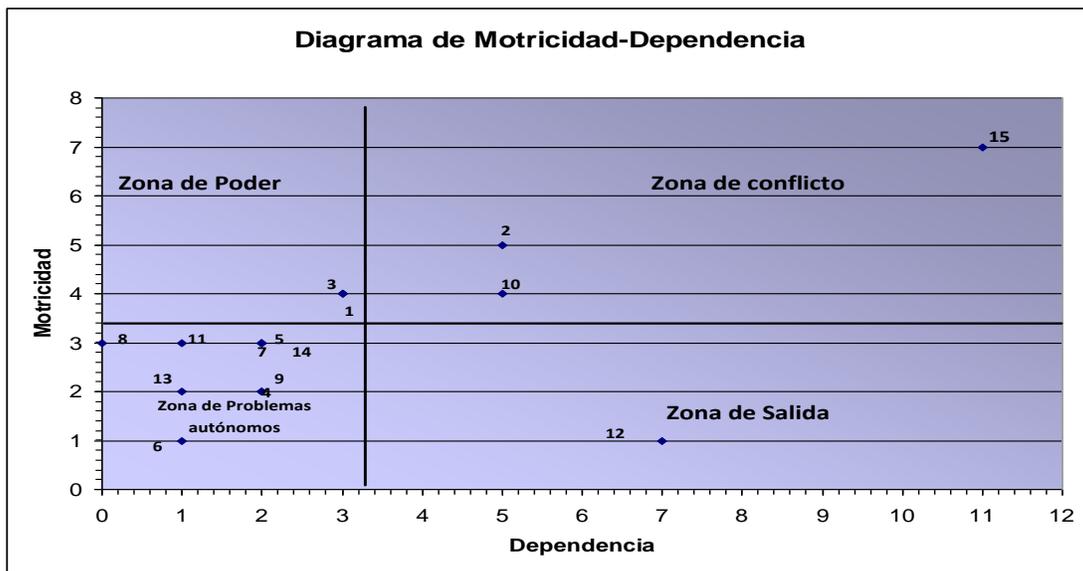


Figura 2. Diagrama de Motricidad-Dependencia

### Fase III: Diseño de un modelo ideal

La presente fase, tiene como objetivo definir un modelo de help desk general basado en calidad, que se adapte a las necesidades de cualquier mediana empresa. Para ello, se estudiaron otros sistemas de help desk, específicamente en las empresas NORVATIS y Banco Provincial, con el propósito de identificar aspectos relevantes que son de gran importancia dentro de los mismos y que han sido claves para el éxito de las organizaciones. De igual manera, se realizó la evaluación de los estándares de calidad, paso en el que tuvo un papel importante el enfoque ITIL.

Considerando los factores principales que formaron parte del diagrama causa-efecto como lo son: planificación, medición y control, recursos y procedimientos; se procedió con el estudio de los sistemas de help desk de las empresas señaladas. NORVATIS, es un laboratorio de origen suizo que se dedica a la investigación y desarrollo de productos, para proteger y mejorar la salud y el bienestar de las personas. Tiene presencia en más de 140 países en todo el mundo, incluyendo Venezuela, por lo que cuenta con un importante número de usuarios a los que se les debe prestar asistencia técnica las 24 horas del día. (Para efectos de esta investigación se trabajó con la filial venezolana de este laboratorio farmacéutico). Por su parte, el Banco Provincial, es uno de los cuatro grandes bancos del sistema financiero venezolano, con una red de 325 oficinas y 900 cajeros automáticos. Forma parte del Grupo BBVA, con presencia en más de 30 países a nivel mundial.

La selección de estas empresas se debe a los buenos avances que han tenido en relación a los servicios que prestan a través de su sistema de help desk ampliamente reconocidos por clientes y público en general. Otro motivo por el cual se toman estas empresas como referencia es el hecho de que son dedicadas a negocios diferentes al que se está tratando en esta investigación, esto constituye una evidencia para comprender que un sistema de soporte puede ser adaptado a las necesidades y magnitud de la organización y por lo tanto se podrán tomar aspectos claves desde diferentes puntos de vista y de empresas diferentes. En el Cuadro 1, se resume la información obtenida como resultado evaluando las principales características descritas.

**Cuadro 1.** Definición de factores claves y de éxito

ASPECTOS A EVALUAR	ORIGEN			FACTORES CLAVES	FACTORES DE ÉXITO
	NORVATIS	BANCO PROVINCIAL	ITIL		
<b>PLANIFICACIÓN</b>	Asistencia 24hrs al día. Catálogo de servicios. Niveles de servicio. Asignación de roles.	Planes de actualización de hardware Planifican la solución de incidencias. Atención de incidencias bajo modalidad de outsourcing.	¿Dónde queremos estar? ¿Dónde estamos ahora? ¿Cómo alcanzaremos la nueva situación? ¿Cómo sabremos que hemos llegado?	Niveles de servicio.  Modalidad de atención de incidencias	Plan de actualización de hardware. Asignación de roles.
<b>RECURSOS</b>	Sala de cómputo. Central telefónica. Personal suficiente. Herramienta de medición. Solvencia económica.	Departamento de Help Desk. Herramientas para la gestión de Help desk. Personal capacitado dedicado al help desk. Recursos económicos disponibles.	Disponibilidad de recursos: Económicos Humanos Materiales	Punto de contacto. Personal capacitado. Herramienta de gestión.	Herramienta de gestión.
<b>PROCEDIMIENTOS</b>	Registro de ticket. Registro de casos. Soporte telefónico. Soporte directo.	Reciben alertas de eventos. Soporte a distancia. Toma el control de equipo afectado para solucionar fallas de software.	Identificación y registro del problema. Clasificación Investigación y diagnóstico Resolución y cierre del problema	Registro de casos. Soporte telefónico y directo.	Registro de casos
<b>MEDICIÓN Y CONTROL</b>	Indicadores de gestión Tiempo de atención. Control y seguimiento de casos. Número de incidentes.	Miden el tiempo de atención de casos. Seguimiento de casos.	Métricas Seguimiento y monitoreo de casos.	Control y seguimiento de casos. Indicadores de gestión.	Control y seguimiento de casos. Métricas

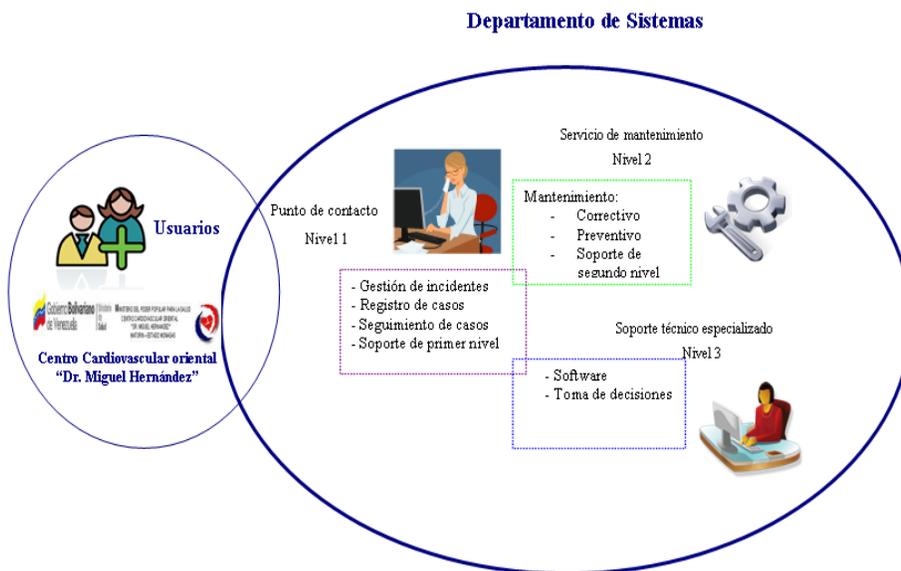
**Fase IV: Mejorar la situación actual**

El departamento de sistemas actualmente posee bases sólidas en aspectos concernientes al personal que labora, puesto que, aunque no sea suficiente para desempeñar todas las actividades que allí se realizan, es un recurso debidamente capacitado para mantener la operatividad tanto del departamento como de la institución en general, así como también para gestionar los servicios de TI. Esta área de asistencias cuenta con gran motivación por evolucionar continuamente y ofrecer cada día mejores servicios, haciendo lo posible por lograr este crecimiento a pesar de las restricciones que existen actualmente y que forman parte de las limitaciones que presenta como, insuficientes recursos económicos, carencia de personal y herramientas tecnológicas. A continuación, se muestran las principales fortalezas y limitaciones encontradas en el sistema actual de acuerdo con el modelo ideal. (Ver cuadro 2).

**Cuadro 2.** Principales fortalezas y limitaciones del sistema actual.

Fortalezas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Personal capacitado, comprometido con la operatividad de la institución.</li> <li>-Habilidades para administrar y gestionar los servicios de TI.</li> <li>-Visión de futuro y crecimiento continuo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recursos económicos limitados.</li> <li>- Carencia de herramientas tecnológicas.</li> <li>- Personal insuficiente.</li> </ul>

En esta etapa se estudiaron los cambios a considerar, se establecieron las soluciones pertinentes, y se identificaron las fortalezas y limitaciones del sistema actual; de igual forma, se diseñó un modelo ideal (ver Figura 3) para el departamento de sistemas, con su respectivo análisis de riesgos, lo que permitió elaborar una comparación entre el modelo propuesto y el sistema actual; por último, se estableció el plan de acción en pro de mejorar la situación actual y calidad del servicio de help desk prestado por el departamento de sistemas.



**Figura 3. Modelo ideal del centro de soporte para el Centro Cardiovascular “Dr. Miguel Hernández”.**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Fase I: Definir El Problema*

A través de la interconexión de los focos problemáticos identificados se reflejan las posibles causas que originan el problema, esto permite realizar un análisis detallado y preciso, enfocado a dar solución y mejorar la calidad de los procesos que forman parte del departamento y que actualmente están generando fallas en su funcionamiento, esto con el propósito de resolver la situación existente. En el Cuadro 3 se muestra un análisis cuantitativo de la interconexión de los focos problemáticos, en donde se presenta por cada problema, el número de impactos que tiene sobre el resto y los que lo impactan a él según los criterios establecidos por la gerencia del departamento identificados en la fase de resultados: calidad de servicio, efectividad en los procesos y control de la gestión.

**Cuadro 3.** Análisis de focos

Nº	Foco problemático	Número de focos que impacta	Número de focos que lo impacta
1	Falta de manuales y normas de procedimientos.	4	2
2	Deficiencias en los servicios.	2	4
3	Inexistencia de mantenimiento preventivo.	2	3
4	Ausencia de indicadores de gestión.	2	2
5	Falta de documentación y registros.	4	1
6	Inadecuados medios para reportar.	3	1
7	Fallas continuas en equipos de computación.	2	1
8	Insuficientes recursos económicos.	3	0
9	Falta de control de incidencias.	2	1
10	Falta de planificación	5	2
11	Carencia de filosofía organizativa	1	1
12	Usuarios insatisfechos.	3	5
13	Falta de personal.	2	1
14	Largos tiempos de respuesta.	1	4
15	Mala Administración y gestión del servicio.	1	6

Según estos resultados, la falta de planificación, es el problema principal y se refleja automáticamente en la carencia de filosofía organizativa e incide sobre la capacidad para la toma de decisiones efectiva, de igual manera, la inexistencia de manuales, normas y procedimientos, relacionados con las actividades propias del departamento, indica el total desconocimiento procesos, que no están formalmente definidos, esto igualmente genera cierta informalidad organizativa y deficiencias en los servicios ocasionando largos tiempos de respuesta y a su vez usuarios insatisfechos, es posible pensar que la falta de personal influya en esta problemática.

Al no establecer procesos y procedimientos definidos en relación a los servicios se afecta directamente la operatividad, puesto que sin un plan de mantenimiento de la infraestructura

tecnológica existente se generan las fallas continuas en los equipos de trabajo proporcionando incomodidad a los usuarios.

Otros factores que afectan directamente la administración y gestión de los servicios de help desk, son la carencia de indicadores de gestión, lo que impide la medición y el control del desempeño de las actividades y procesos que se llevan a cabo, algo que se ve afectado directamente por la ausencia de documentación y registro de incidencias reportadas. Ahora bien, un punto muy importante dentro de toda organización es la comunicación, en este caso existen en el departamento inadecuados medios para que los usuarios reporten sus problemas, ya que la central telefónica existente en la institución está fuera de funcionamiento por daños que no se han solventado.

### ***Fase II: Análisis de Requerimientos***

A través del Diagrama causa-efecto se puede observar como una misma situación desencadena en varios aspectos negativos asociados. Es importante resaltar, que para facilitar el manejo de esta herramienta los focos problemáticos fueron clasificados según importancia o relevancia en cuatro (4) factores para tener una visión más general, los cuales se mencionan a continuación: planificación, medición y control, recursos y procedimientos. Los requerimientos de los nuevos procesos estarán muy relacionados con estos factores.

Por otro lado, gracias al aporte del análisis motricidad-dependencia, se pudo conocer que la zona de poder estaba constituida por aquellas variables cuya dependencia es mayor (3.13) y motricidad menor al mismo valor. Quedando en esta zona los siguientes focos problemáticos: falta de manuales y normas de procedimientos e inexistencia de mantenimiento preventivo. Los focos problemáticos ubicados en esta zona son poco dependientes de los otros pero muy influyentes de las demás.

En la zona de conflicto se ubican los factores muy dependientes y motrices, es decir mayores a (3.13). Este cuadrante es muy importante porque cualquier variación que exista en las variables que lo conforman tendrá efecto en la zona de salida. Estas son las siguientes: deficiencia en los servicios, falta de planificación y Mala administración y gestión del servicio. Estas variables son muy importantes ya que constituyen lazos y vínculos de unión donde el sistema analizado puede ser controlado. Los factores que se posicionan en la zona de salida son aquellos que obtuvieron baja motricidad (menor a 3.13) pero un alto nivel de dependencia (mayor a 3.13), resaltando la siguiente: usuarios insatisfechos.

Por último, las variables que aparecen en la zona de problemas autónomos se caracterizan por poseer baja motricidad y baja dependencia (menos a 3.13), en esta zona se encuentran los siguientes factores: ausencia de indicadores de gestión, falta de documentación y registros, inadecuados medios para reportar, fallas continuas en los equipos, insuficientes recursos económicos, falta de control de incidencias, carencia de filosofía organizativa, falta de personal y finalmente, largos tiempos de respuesta. El hecho de que estén ubicadas en esta zona indica que son variables independientes con respecto a las demás, esto no significa que no tengan importancia, solo que son menos trascendentales.

### ***Fase III: Diseño de un Modelo Ideal***

Una vez identificado algunos factores claves y de éxito dentro de un sistema de help desk, se evidencia que independientemente de las necesidades y requerimientos de una organización

hay elementos que son esenciales, como por ejemplo, el centro de soporte de una empresa medianamente pequeña debe contar con una modalidad de atención a los clientes, punto de contacto, registro de casos, control y seguimiento de los mismos, entre otros. En este caso, los elementos tanto claves como de éxito, serán considerados para el diseño de un modelo ideal de help desk para el departamento de sistemas.

En cuanto a los factores claves como herramientas de gestión, ésta se refiere a mecanismos ya sean software o aplicaciones que faciliten el manejo de las tareas relacionadas con el centro de soporte.

Seguidamente, se definirán los estándares de calidad que formarán parte de dicho diseño, basado en los lineamientos de ITIL y Seis Sigma:

- El esquema central de la gestión de servicios TI, está conformado por dos factores importantes que son, la provisión y el soporte del servicio. Estos contemplan las respuestas a cómo los clientes y usuarios consiguen acceso a los servicios y cómo estos son soportados, al igual que describe las asistencias que el cliente necesita. Cada uno de los elementos se relacionarán entre sí para gestionar los niveles de servicio y son los mecanismos recomendados por ITIL para asegurar la calidad de los mismos.

- Otro punto a considerar para el diseño de un buen sistema de help desk, es la estructura del centro de servicios, principalmente la estructura física, aunque ITIL también considera la estructura lógica, enfocada hacia los integrantes que forman parte del centro de servicios y que serán los encargados de atender a los usuarios, ya que deben contar con ciertas características, o tener habilidades relacionadas con las funciones de la empresa o departamento así como también contar con herramientas que le permitan el eficaz desempeño de sus actividades.

- Por último, para contar con servicios de eficientes, Seis Sigma sugiere la definición clara de los procedimientos claves y responsabilidades creando así la cultura de calidad en los empleados y esto se consigue gracias al mejoramiento continuo y a los esfuerzos dirigidos al entrenamiento del personal.

Tratándose de diseñar un modelo ideal para la gestión de servicios TI, se describe a continuación el proceso de atención de incidencias, incluyendo la estructura del centro de servicios. Es esencial para el buen desarrollo de los objetivos del centro de servicios para que los usuarios perciban una atención de primera, que los ayude a: resolver prontamente las interrupciones del servicio, realizar peticiones de servicio y conocer el estado de sus solicitudes.

El punto de contacto con el usuario debe garantizar una atención rápida y directa con el centro de servicios, dicha interacción se podrá realizar a través de los siguientes mecanismos:

**Llamadas telefónicas:** por medio de una línea interna de comunicación, los usuarios podrán realizar sus peticiones desde su ubicación con el centro de servicios, y exponer de manera abiertas sus problemas e inquietudes.

**Correo electrónico:** los usuarios tendrán la posibilidad de manifestar sus peticiones vía e-mail, las cuales serán enviadas directamente al centro de servicios.

Ya definido el mecanismo de interrelación entre los usuarios y el centro de servicios se continúa con el establecimiento de la estructura física del mismo. Es importante señalar que el

punto de contacto debe de ser: fácilmente accesible, ofrecer un servicio de calidad, mantener informados a los usuarios, llevar registro de la interacción con los usuarios y servir de soporte a los objetivos marcados en materia de TI. A continuación se presenta un modelo de estructura física de centro de servicios (Ver figura 4).



Figura 4. Estructura física del centro de servicios.

La figura 4 mostrada anteriormente permite visualizar la estructura interna del centro de atención, donde existe una interacción primeramente, entre los usuarios y el punto de contacto y este último a su vez con los encargados de brindar el soporte especializado y de mantenimiento.

**Punto de contacto (nivel 1):** realiza la función de contacto directo con los usuarios, canaliza todas las solicitudes de los mismos, ocupándose principalmente de las tareas relacionadas con la gestión y resolución de incidencias, problemas y configuraciones. Brinda solución de primer nivel (vía telefónica), a fallas sencillas relacionadas con el manejo de paquetes informáticos, hardware, aplicaciones. La idea es atender la mayor cantidad de ocurrencias a través primer nivel.

**Servicio de mantenimiento (nivel 2):** además de llevar a cabo tareas complementarias relacionadas con la gestión de incidentes, se encarga de labores de configuración y mantenimiento que requieren actuaciones presenciales. Igualmente desempeña actividades relacionadas con el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de computación.

**Soporte especializado (nivel 3):** se dan las soluciones relacionadas a software (diseño de sistemas de información, fallas de servidor, redes), por lo que la persona encargada de brindar este nivel de servicio debe ser una persona capacitada para realizar este tipo de actividades. Se realiza investigación de casos y toma de decisiones relacionadas con los servicios prestados.

Una vez definida la estructura física del centro de servicios se indica la descripción del proceso de atención de incidencias, la cual se apoya básicamente en los siguientes procesos principales: notificación y registro de la incidencia, investigación y diagnóstico, definición de la solución, escalado de niveles, y finalmente, resolución.

Con base a las situaciones antes descritas se desarrolla un plan de acción que promueve la implementación de un modelo ideal de help desk para lograr el mejoramiento de los servicios prestados y la eficaz administración y gestión de los mismos, a través de diferentes acciones a seguir en función del alcance de los objetivos propuestos.

#### ***Fase IV: Mejorar la Situación Actual***

El nuevo proceso de atención al usuario, según lo establecido en la comparación del modelo ideal con el actual, consiste principalmente en los siguientes pasos:

1. El usuario se comunica con el centro de servicios, la llamada es recibida y realiza la petición del servicio.
2. El operador registra la petición.
3. Si la incidencia amerita el soporte de primer nivel, el caso es resuelto al instante, se almacena la información relacionada al proceso y se cierra la incidencia.
4. Si el caso no es resuelto, se realiza una investigación y diagnóstico del mismo.
5. Es transferido al segundo nivel, si es resuelto satisfactoriamente se cierra el caso.
6. Si el caso no es resuelto, se realiza una investigación y diagnóstico.
7. De no ser así se transfiere al tercer nivel y se toman las medidas necesarias. Una vez resuelto el caso, se almacena la información relacionada al proceso y se cierra la incidencia.

Adicionalmente, se describen una serie de prioridades para el manejo de las incidencias dentro del centro de servicios, las cuales permitirán la atención de casos de manera eficiente y oportuna.

*Impacto:* depende del grado de importancia del incidente, la cantidad de usuarios y procesos afectados del centro cardiovascular.

*Urgencia:* en cuanto a la urgencia de toman en cuenta varios aspectos: magnitud de la incidencia, usuarios afectados, posición de la persona o dependencia que realice la petición, ya sea personal administrativo o asistencial, y plazo dado para resolver la incidencia. Se plantean las siguientes prioridades:

- Prioridad 1: falla general que afecte múltiples usuarios.
- Prioridad 2: falla importante que afecte a un usuario.
- Prioridad 3: incidencia sencilla o sin prioridad.

Dependiendo de cada prioridad de asignarán los recursos para dar solución al incidente. Con este punto se concluye con el diseño del soporte al servicio, el cual abarca dos aspectos importantes como lo es el centro de servicios y la gestión de incidencias y problemas.

#### ***Análisis de riesgos***

A través del análisis de riesgos se pretende conocer cuáles son aquellos factores que pueden afectar directa o indirectamente el sistema propuesto y por ende impactar los resultados y los objetivos del departamento. Primeramente, se identificaron ciertos factores de riesgo, a través de evaluación de los resultados obtenidos en análisis de datos: escasez de recursos, resistencia al cambio, incorrecta administración de prioridades, paralización de los procesos, desconocimiento de los procesos internos, posible duplicación de esfuerzos y tareas, falta de control y coordinación de las actividades, escasez de personal, falta de capacitación del personal,

deficiencias para el establecimiento y ejecución de planes. En la Figura 5, se presenta el resumen de los objetivos y prioridades propuestos en función de todos los resultados obtenidos. Posteriormente en el Cuadro 4, se presenta a modo de referencia la información relativa al plan de acción específico recomendado para los primeros 4 objetivos.

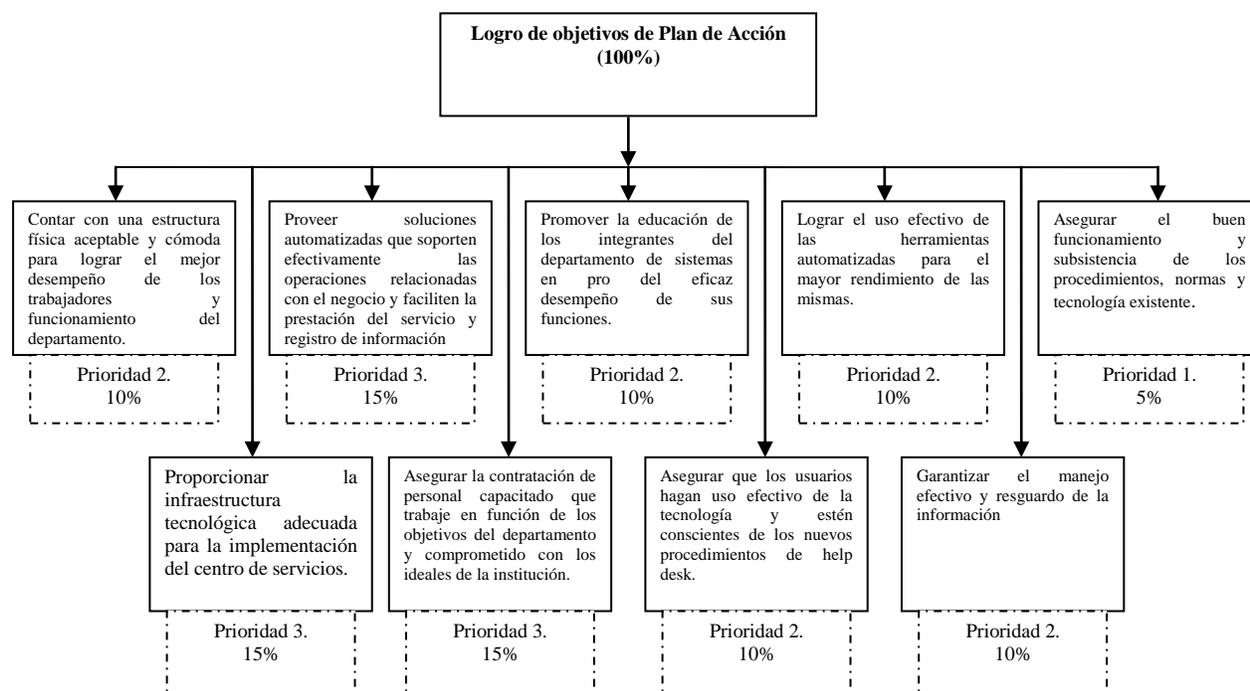


Figura 5. Resumen de objetivos y prioridades.

Cuadro 4. Resumen del Plan de Acción para los primeros 4 objetivos

Objetivo	Acción	Actividades	Responsable
1. Contar con una estructura física aceptable y cómoda para lograr el mejor desempeño de los trabajadores y funcionamiento del departamento.	Adecuar la estructura física del departamento de sistemas. <b>Código:</b> CCODSA.001 <b>Verbos Seis Sigma:</b> Definir, analizar y controlar	1. El departamento de sistemas debe reorganizarse de manera que incluya los elementos acordes a la estructura propuesta. 2. Ubicar el puesto del punto de contacto (operador de help desk), así como también del encargado de brindar el tercer nivel de servicio y el coordinador. 3. Deberá habilitarse un espacio para el segundo nivel de servicio. En otras palabras, incluir en el departamento un mini taller donde se puede realizar el mantenimiento a los equipos de computación.	Coordinador de sistemas. Administración.
2. Proporcionar la infraestructura tecnológica adecuada para la implementación del centro de servicios.	Adquisición e implementación de hardware. <b>Código:</b> CCODSA.002 <b>Verbos Seis Sigma:</b> Definir, mejorar y controlar	1. Con base en las sugerencias contempladas en esta investigación se debe definir un proveedor de equipos de computación para la adquisición de los mismos con el objeto de adquirir productos de buena calidad y excelente estado. 2. Establecer las características de los mismos de acuerdo al presupuesto. 3. Habilitar y reinstalar la central telefónica existente. 4. Realizar la instalación del hardware y configuración pertinente.	Coordinador de sistemas. Dirección /Administración Técnicos
3. Proveer soluciones automatizadas que soporten efectivamente las operaciones relacionadas con el negocio y faciliten la prestación del servicio y registro de información.	Adquisición e instalación de software. <b>Código:</b> CCODSA.003 <b>Verbos Seis Sigma:</b> Mejorar, medir y controlar	1. Analizar los requerimientos propuestos en esta investigación para realizar una correcta elección y obtener un software claro y fácil de utilizar que brinde confiabilidad y eficacia para la gestión del help desk como para el respaldo automático de la información. 2. Verificar los requerimientos de entrada, proceso y salida de información. 3. Realizar las pruebas pertinentes de funcionalidad de acuerdo con los parámetros establecidos en esta investigación relacionados con la administración y gestión de help desk.	Coordinador de sistemas. Dirección/ Administración

Finalmente, el plan de acción diseñado sigue los lineamientos establecidos en la filosofía ITIL como cumplimiento a buenas prácticas en el uso de servicios de tecnología de la información que a partir de los objetivos, acciones y responsables pudieran servir de referencia a otros sistemas de esta naturaleza. Por otro lado, la gestión de servicios de TI basado en los lineamientos del Seis Sigma permitió estructurar una plataforma de servicios efectiva con miras a responder los verdaderos requerimientos de los clientes correspondientes; para ello, y de acuerdo a lo establecido propiamente por el Seis Sigma se pensó en los procesos de negocios y en la realidad de los clientes, se establecieron objetivos e indicadores, se reestructuraron los procesos y los espacios físicos, se definieron responsabilidades de ejecución y control; todo ello para cumplir con los lineamientos básicos de esta filosofía de calidad y que pueden ser resumidos por medio de los siguientes verbos: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

## **CONCLUSIONES**

El estudio del funcionamiento y la situación actual del departamento de sistemas permitió detectar una serie de fallas relacionadas con la prestación de los servicios de tecnologías de información, entre ellas la ausencia de procedimientos formales para llevar a cabo los procesos, carencia de filosofía organizativa, falta de planificación y control, entre otras. Estas evidencias facilitaron la recolecta y análisis de datos para identificar los diferentes focos problemáticos y elaborar una definición formal del problema.

El análisis de los requerimientos permitió establecer las necesidades de funcionamiento a nivel de help desk acorde al departamento de sistemas donde se definieron procedimientos, lineamientos y los procesos que requerían de nuevas integraciones de innovación tecnológica.

El diseño de la nueva estructura del help desk aporta una alternativa de solución a las fallas detectadas, éste fue sustentado en las especificaciones contenidas en la Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información (ITIL). En general, el resultado que se obtuvo permite gestionar de manera eficiente los procedimientos relacionados con el servicio de help desk.

La comparación realizada entre el sistema actual y el ideal permitió el establecimiento de un modelo adaptado a las necesidades del departamento de sistemas, considerando nuevos procedimientos para la administración y gestión de los servicios de tecnologías de información brindados.

El plan de acción desarrollado según las especificaciones del modelo ideal de help desk satisface las expectativas de los usuarios y sobre todo del departamento de sistemas. Ya que incluye nuevos procesos, mecanismos de gestión de incidentes, normas y lineamientos para su buen funcionamiento. Dicho plan está estructurado indicando las tareas involucradas, sus responsables, entre otros factores que permitirán su ejecución sin ningún tipo de inconvenientes cuando la institución lo desee. En tal sentido, queda demostrada la eficiencia de la combinación del control de calidad con la filosofía ITIL para la integración de un modelo de soporte técnico dinámico y flexible que responda a las necesidades operativas de un departamento de sistemas con un servicio help desk.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ARIAS, F. (2006). El Proyecto de Investigación, (5ed.), Editorial Episteme, Caracas, Venezuela.
- CUATRECASAS, L. (2010). Gestión Integral de la Calidad: Implantación, Control y Certificación, Editorial Profit, México.
- ESCALANTE, E. (2008). Seis-Sigma Metodología y técnicas, Editorial Limusa, México.
- EVANS, J., LINDSAY, W. (2008). Administración y Control de la Calidad. (7ed.), Thomson Editores S.A., México: Internacional.
- FONTAINES, T. (2012). Metodología de la investigación. Pasos para realizar el proyecto de investigación, Júpiter Editores, Caracas.
- GUTIERREZ H., DE LA VARA, R. (2009). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma, Editorial McGraw-Hill, México.
- HOROVITZ, J. (2001). La calidad del servicio. A la conquista del cliente, (3ra. Edición), Editorial McGraw-Hill, Madrid.
- HURTADO, J. (2007). El Proyecto de Investigación (3ed.), Editorial SYPAL, Caracas, Venezuela.
- UPEL (2010). Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales (4ed.), FEDUPEL, Caracas.
- VAN, J. (2007). Fundamentos de Gestión de servicios TI basado en ITIL, (2ed.), ItSMF Internacional.

# **Impacto de la implementación del sistema de competencias I-Learn en la empresa Servicios Halliburton de Venezuela**

Impact of the implementation of the skills system I-Learn in the Halliburton Services Company of Venezuela

**Julia Imery Fernández Centeno**

Escuela de Ciencias Sociales y Administrativas. Departamento de Gerencia de Recursos. Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas. Avenida Universidad *Campus* Los Guaritos, Maturín, 6201, estado Monagas, Venezuela.

Email: [fernandezcjulia@gmail.com](mailto:fernandezcjulia@gmail.com), [jiferandez@udo.edu.ve](mailto:jiferandez@udo.edu.ve)

Recibido: 20/08/2012

Aceptado: 17/02/2013

## **RESUMEN**

En el marco de una organización alineada a las tendencias actuales de los sistemas basados en competencias se realizó la medición del impacto de la implementación del Sistema de Competencias en la empresa Servicios Halliburton de Venezuela, se logró a través de los siguientes objetivos específicos: Estudiar el Sistema de competencias I-learn, Indagar sobre el proceso de planificación que tiene Halliburton respecto al proceso de capacitación en competencias de sus empleados, Identificar en el personal el grado de interacción con Sistema de Competencias I-learn, Determinar el impacto de la implementación del sistema I-learn, mediante el uso de variables de medición, bajo el modelo de la escala de Likert. Se utilizó una metodología de acuerdo a los lineamientos establecidos por la empresa en su HMS. Se fundamentó en un esquema de tipo investigación de campo orientada hacia el nivel descriptivo. Se aplicó encuesta basadas en variables de medición, mediante el uso de la escala de Likert que permitieron conocer el impacto que tuvo el sistema, en este sentido se tomó de manera aleatoria como muestra significativa cincuenta y un empleados (51) de las líneas de servicios y/o departamentos, los cuales fueron entrenados y tenían conocimientos del sistema para la fecha de aplicación de la misma, llegando a las siguientes conclusiones el sistema es potencialmente aceptado y su impacto ha sido positivo tomando en consideración un 20 % al cual se le estará haciendo seguimiento continuo para lograr alinear y cubrir la meta de la compañía que es 90% en Sistema de Competencias I-learn. Recomendándose a la empresa hacer seguimiento al entrenamiento para subsanar las debilidades que tienen algunos empleados, y lograr afinar los detalles que quedan referentes a ese punto.

**Palabras claves:** Sistema de Competencias I-learn, Recursos Humanos, Interacción, Sistema, Entrenamiento, desarrollo de competencias.

## **ABSTRACT**

As part of an organization aligned with current trends in competency-based systems was performed to measure the impact of the implementation of Competency System Services Halliburton de Venezuela, was achieved through the following specific objectives: To study the system I-learn skills, Inquire about the planning process that has Halliburton regarding the process of training in skills of their employees on staff identify the degree of interaction with the system using I-learn competencies, determine the impact of implementation of the I-learn, through the use of measurement variables, the model of the Likert scale. Methodology was used according to the guidelines established by the company as a HMS. Se argued, in a type schema field research oriented descriptive level. Survey was

applied based on measured variables, using a Likert scale that allowed us to know the impact it had the system in this regard was taken at random and representative sample fifty-one employees (51) of the service lines and / or departments, which were trained and had knowledge of the system to the date of application of it, reached the following conclusions are potentially accepted the system and its impact has been positive considering 20% of which will be by continuous monitoring to achieve the goal line and cover the company that is 90% in system I-learn competencies. Recommended the company to track the training to address the weaknesses that have few employees, and make out the details that are related to that.

**Key words:** system Skills I-learn, Human Resources, Interaction, System, Training, Skills development.

## INTRODUCCIÓN

La tecnología se ha convertido en una valiosa herramienta en la evaluación del desempeño laboral, de hecho es un requerimiento en casi todas las organizaciones. Para ello es necesario comprender cuál es la nueva visión que el mundo desarrollado maneja acerca del recurso humano, los beneficios que reporta adoptar esta nueva perspectiva basada en competencias, en términos económicos para la empresa y en oportunidades de desarrollo para los trabajadores, teniendo documentado su desempeño en un sistema de competencias I-learn. Sin lugar a duda, una empresa que se dedique a prestar un servicio y ofertar un producto, debe utilizar altos estándares de calidad y seguridad que le permitan mantener sus clientes, captar otros, que hagan el negocio aún más competitivo, el cumplimiento de éstas demandas ayuda a que el personal trabaje con niveles óptimos de seguridad y participe proactivamente en la operatividad de la organización. Servicios Halliburton de Venezuela tiene un modelo de Gestión por Competencias integral de Gestión de los Recursos Humanos que contribuye a una mejor administración de este capital, con un nuevo enfoque tecnológico, agregando bases de datos documentadas, detectando, adquiriendo, potenciando y desarrollando las competencias que dan valor agregado a la empresa y que le diferencia en su sector, para ello maneja un sistema I-learn basado en competencias que facilita llevar la hoja de vida de cada empleado en una base de datos global. Esta investigación fue realizada con el propósito de proveer a Servicios Halliburton de Venezuela de información, que le permita identificar y soportar los logros alcanzados y el impacto del Sistema I-learn, y así facilitar la toma de decisiones en las próximas fases del proyecto. La empresa considera que los Recursos Humanos, como toda empresa de servicios, conforman el activo del estado patrimonial, dándole la importancia que se merece.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Diseño:** para realizar el estudio del impacto de la implementación del sistema de competencias I-learn, la investigación que se llevó a cabo fue en la modalidad de investigación Documental, tipo descriptivo, constituyéndose en una estrategia donde se observó y reflexionó sistemáticamente sobre realidades (teóricas o no) usando para ello diferentes tipos de documentos, así mismo se indagó e interpretó datos e informaciones teniendo como finalidad obtener resultados que pudiesen servir de base para el desarrollo de la investigación. Sabino (2002).

**Población:** debido al carácter del estudio la población se mostro constituido por aquellos componentes (empleados o personal operativo) que forman parte de la organización

comprendidos entre líneas de servicios y departamentos de soporte: Aislamiento Zonal (Cementación), Mejoramiento de la producción (Estimulación), WPS, Baroid, Herramientas y Pruebas (T&T), Sperry Drilling Service, Landmark, Servicios de Completación y Productos (CPS), Finanzas, Materiales, Compras, Subcontratos, Logística, Calidad, Seguridad y Medio Ambiente (QHSE), Recursos Humanos/Desarrollo de Recursos Humanos, Legal, Real State, Tecnología de la Información, Mantenimiento. Está conformado por los 260 cargos existentes en la empresa distribuidos en los 800 empleados que posee ésta en sus instalaciones ubicadas en el Oriente del país (Maturín y Anzoátegui).

**Muestra:** cuando el universo de estudio es de gran magnitud, pero la información es homogénea, existe la posibilidad de conocer sus características sin necesidad de encuestar o investigar a todas las unidades, ni de entrevistar a todo el personal de la organización utilizando el muestreo, que es una técnica estadística que sirve para inferir información acerca del universo que se investiga a partir del estudio parcial del mismo. Basándose en el método estadístico de muestreo aleatorio simple. Se tomó de manera aleatoria como muestra significativa cincuenta y un empleados (51) de las líneas de servicios y/o departamentos, los cuales fueron entrenados y tenían conocimientos del sistema para la fecha de aplicación de la misma, cabe destacar que la muestra es representativa, ya que todas las líneas de servicio y departamentos de la empresa trabajan bajo una estructura estándar y los une un Hilo común: Visión, Misión y Lema.

La población es el conjunto de seres que poseen la característica o evento a estudiar conforman la población. En algunos casos la población es tan grande que no se puede estudiar toda, entonces el investigador tendrá la posibilidad de seleccionar una muestra. Es importante que el investigador determine si la unidad de estudio es una persona, un grupo, una organización, una institución, un texto, un objeto, un trozo de tierra. Así mismo, es necesario delimitarlo: si es un grupo de personas, se debe precisar la edad, sexo, nivel socioeconómico, contexto geográfico, otros. Egg (2000). Dadas la característica de una población pequeña y finita, se consideraron como unidad de estudio a todos los individuos que la integran, por consiguiente no fue necesaria la aplicación de criterios muestrales, a objeto de extraer una muestra reducida del universo.



Figura 1.- Selección de Muestra.

- **Entorno:** el presente estudio se realizó en la empresa servicios Halliburton de Venezuela.
- **Intervenciones:** en este aparte se describen las técnicas, tratamientos (utilizar nombres genéricos siempre), mediciones y unidades, pruebas piloto, aparatos y tecnología, etc. Para la recolección de información de esta investigación fue necesaria la utilización de técnicas que facilitaron la captación de los datos, para ello se aplicó la revisión documental; la misma consistió en la exploración de fuentes primarias y secundarias, escritos como electrónicos, para conformar el aspecto teórico y técnicos de la investigación. Al momento

de efectuarse la recopilación de la información se utilizaron los siguientes recursos: Investigación documental. Se seleccionaron y analizaron aquellos escritos que contienen datos de carácter oficial de interés relacionados con el estudio. Cuestionario serie de preguntas estructuradas elaboradas por el investigador para satisfacer la investigación. La escala de Rensis Lickert consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se pide la reacción de los sujetos es decir, se presenta cada afirmación y se le pide al sujeto que intercambie su reacción eligiendo uno de los cinco puntos de la escala que va del 1 al 5 (Hernández, Fernández y Baptista. 1999).

Entrevistas: esta herramienta consistió básicamente en reunirse con varias personas y conversar en forma adecuada para obtener información acerca de las líneas y servicios y de los departamentos. Entrevistas No Estructuradas: Se basa en un dialogo informal que permite obtener información de los trabajadores sobre los aspectos involucrados en el estudio.

- **Análisis estadístico:** como se pudo evidenciar anteriormente se utilizó el método estadístico para selección de muestra de tipo aleatoria y simple de acuerdo a los departamentos existentes que permitió obtener una muestra significativa con confiabilidad. Posteriormente se aplicó una encuesta estructurada, para estudiar el impacto de la implementación del sistema de competencias i-learn mediante el uso de variables de medición bajo el modelo de la escala de Likert. Se realizaron entrevistas y cuestionarios, entre otras técnicas para tener mejor veracidad en los resultados, los cuales se les aplicaron a los empleados de la empresa; los datos e informaciones que se obtuvieron fueron tabulados de forma computarizada. Los mismos se presentan en una escala de aceptación de una situación planteada en variables cuantitativas expresadas en valores matemáticos.

Para el análisis de datos se procedió a vaciar en tablas formuladas en el programa computarizado Microsoft Office Excel, los datos obtenidos de la tabulación de los instrumentos, se transformaron en una matriz de las columnas que representaron el número de cada una de las preguntas y fueron subdivididas en partes, lo cual representó la opción de cada uno de los empleados encuestados. Posteriormente se procedió a la elaboración de filas, las cuales representaron a los encuestados que constituyeron la muestra. A cada una de estas filas se le calculó el promedio ponderado, que no es otra cosa que el cálculo del promedio de respuesta sobre la sumatoria del total de datos obtenidos. Esto al final de cada fila, se colocó en una columna de nombre E P, que significa Escala Promedio. Seguidamente se colocó una fila que explicó el porcentaje obtenido por cada una de las opciones de respuesta.

- **Indicadores para valorar el impacto del sistema de competencias I-learn**

El propósito de la técnica que a continuación se muestra es que el indicador se utilice para darle seguimiento a la experiencia de adopción del sistema de competencias I-learn dentro de la organización, cada uno de ellos pueda ser calificado dentro del rango establecido bajo los parámetros de Likert. El análisis de los indicadores apoya la toma de decisiones con respecto a la incorporación de la tecnología en la organización y permite valorar los aspectos positivos y negativos que el sistema está representando dentro de la empresa Servicios Halliburton.

Cuadro1. Indicadores para valorar el impacto del sistema de competencias I-learn

Categoría	Variable	Indicador
Resultado o Acceso	Utilidad	¿De acuerdo a su punto de vista a sido útil la implementación del I-learn?
	Formación	¿Considera usted que el Departamento de HR-T&D a brindado el entrenamiento requerido para la implementación del Sistema I-learn?
Efectos o uso	Adaptación	¿De a acuerdo a su capacidad de adaptación le a sido fácil utilizar el sistema I-learn?
	Adaptación	¿Cómo considera la interacción usuario – maquina en el uso del sistema de competencias Halliburton (I-learn)?
	Adaptación	¿Cuál es su percepción sobre la interacción entre usted y el sistema I-learn luego de recibir el entrenamiento de competency for employees?
	Formación	¿Cree usted que los cursos I-learn on line son una buena herramienta para medir el desempeño de los empleados?
	Tiempo de respuesta	¿Cómo Califica usted la manera de documentar la información en el sistema por parte de HR – T&D?
	Políticas y lineamientos	¿Considera usted que el I-learn es la mejor manera de llevar un registro auditable de el desempeño de cada empleado?
	Formación	¿Según su propio criterio usted cree que a sido entrenado para usar el sistema I-learn?
	Formación	Mencione el grado de Formación adquirido para el uso del Sistema I-learn
	Formación	¿Cree usted que ha recibido el entrenamiento adecuado para la implementación del Sistema I-learn?
	Políticas y lineamientos	¿Opina usted que es importante tener documentado en el I-learn las competencias demostradas de los empleados?
	Tiempo de Respuesta	¿De acuerdo a su percepción la velocidad de respuesta del I-learn en el tiempo de actualización es aceptable?
Sistema manual	Tiempo de respuesta	¿Qué opina Usted con respecto a llevar un registro en físico (En Archivo) de sus competencias demostradas en vez de documentarlo en el I-learn?
	Información	- ¿.Esta disponible para usted la información documentada en tiempo real en el sistema I-learn?

Para este tipo de proyectos, si bien es cierto que existen diferentes metodologías y autores con diferentes acepciones, Halliburton tiene sus propios lineamientos y metodologías particulares a seguir para el desarrollo de aplicaciones, implementación, soporte, entre otras la cual se encuentra el denominado HMS (Halliburton Management System – Sistema de Gerenciamiento Halliburton), el cual está disponible en el Halword, [www.halword.com](http://www.halword.com) de la empresa servicios Halliburton de Venezuela. HMS describe los estándares de prácticas y procedimientos por los cuales se guió el proyecto. El mismo define la metodología en la cual se basa Halliburton, en gran parte las fases ya se encontraban cubiertas, en este sentido, se tomó como inicio, la Fase de Desarrollo III, donde se especifica: diseñar y elaboración de manuales para usuarios, de esta manera el proyecto es declarado culminado por parte del especialista IT (Tecnología de Información) y es presentado por el Coordinador IT, para luego capacitar al personal y llevar a cabo un posterior análisis del impacto o el nivel de aceptación que tiene el sistema ya implantado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La pregunta N° 1 un 98 % le da un grado de aceptación entre regular y alto, de acuerdo a su percepción si ha sido útil la implementación del Sistema de competencias I-learn y en relación al promedio ponderado 4.3. En este promedio se refleja que la implementación del sistema en la organización fue exitosa; esto se condensa en el elevado porcentaje de empleados expresaron que es muy útil para monitorear el desarrollo de carrera de cada uno de ellos. En relación a la opinión de los encuestados con respecto a la pregunta N° 2 si el departamento HR-T&D les ha brindado el entrenamiento requerido para la implementación del sistema, 14% le dio entre muy bajo y bajo nivel de aceptación y el 16% expresa regular, mientras que el 70% restante le da entre un alto y muy alto nivel de aceptación, esto se puede confirmar con el promedio ponderado de la pregunta que se sitúa en un 3.96. En Tal sentido esto se resume en que los empleados si se les ha brindado el entrenamiento y están en debido conocimiento de que el sistema es un requerimiento el cual debe cumplir dentro de la organización, mientras que sólo un 14% no está en conocimiento del mismo, y esto se debe a múltiples razones, entre las cuales se puede mencionar que el supervisor no lo envió al adiestramiento, el empleado mantiene mayor parte de su trabajo en taladros y/o locaciones fuera de la base y no está en conocimiento consumado del mismo.

Cada empleado tiene un nivel de adaptación definido y se puede decir que todos accedieron al sistema de la misma manera, en el proceso de inducción se les indica que deben poner el mayor esfuerzo de su parte para el cumplimiento de todos los requerimientos establecidos y todas aquellas políticas de la compañía. En este caso, lo que respecta a la adaptación con el sistema, un 82 % le acreditó un nivel de aceptación entre alto y muy alto, mientras que un 18% dio entre bajo y regular nivel de aceptación con respecto a si les fue fácil adaptarse al sistema (pregunta N° 3), colocando un promedio ponderado de 4.47. Se puede inferir que de acuerdo a las limitaciones antes mencionadas, barreras de idioma y la constante discusión entre el rechazó a los cambios que conlleva un avance tecnológico de esta magnitud ese 18 % es progresivo su proceso de adaptación.

La opinión de los empleados acerca de la interacción usuario maquina (Pregunta N° 4), arrojó un porcentaje del 18% de aceptación entre bajo y regular, 82 % entre alto y muy alto destacándose un promedio ponderado de 4.20. Dentro de los factores resaltante se enfatiza que los empleados tuvieron una buena interacción usuario – maquina y de ese 18 % antes mencionados, se encuentran empleados con pocas habilidades para el manejo de equipos de computación y herramientas de software así como el Sistema de competencias I-learn, sin embargo están identificados y en vías de desarrollo por parte de HR-T&D están siendo entrenados para el buen uso y manejo del sistema. De acuerdo a lo anterior, en respuesta a muchas interrogantes los empleados reciben un entrenamiento sobre sistema competencias Halliburton, en este punto los empleados expresaron que luego de recibir el entrenamiento un 78 % acredita una aceptación entre alta y muy alta para su interacción con el sistema (pregunta N° 5), y sólo un 22 % entre muy bajo y regular; colocando un promedio ponderado de 4.18. Se puede notar que existe un plan definido de implementación del sistema que va cubriendo en la medida de lo posible el requerimiento en toda la organización, y está siendo monitoreado a nivel global. Coexiste un gerenciamiento, que gira en torno a las competencias de los empleados y esto ayuda a

expresar en las necesidades de desarrollo que complementan las necesidades del negocio, así mismo el sistema ayuda a llevar un registro auditable de su desempeño que es monitoreado a través de otra herramienta de software (PPR) como se indica en el marco teórico. Cabe destacar que no todos los empleados están disponibles para asistir a los entrenamientos porque están cubriendo las necesidades del negocio, pero se está haciendo seguimiento a todos aquellos que no han cumplido el requerimiento para llegar a un 100% de cumplimiento del mismo.

La pregunta N° 6 en cuanto a la versatilidad del sistema entrando con lo que respecta a utilidad y beneficios del sistema, el sistema posee una gran gama de cursos en línea, por los cuales se puede realizar auto-estudio. En relación a si estos cursos son una buena herramienta, se pudo evidenciar un 78 % de aceptación entre alta y muy alta; con un 22% de muy baja y regular de esta manera ubicando un promedio ponderado de 4.14 para la misma. Básicamente se acentuó una vez más la resistencia al cambio, ya que ese significativo 22% evidenció una baja calificación a esta tendencia los empleados tienen baja inclinación por el auto estudio y prefieren entrenamientos presénciales. Por ser HR-T&D el departamento de entrenamiento y desarrollo y a su vez uno de los que brinda soporte a la compañía, es necesario saber la aceptación que tiene la misma con respecto a el y la manera como se documenta la información en el sistema, notándose que el 76% le da un nivel alto y muy alto al mismo (Pregunta N° 7), y 24 % opina que esta entre bajo y regular, esto para un promedio ponderado de 4.12. En el mismo orden de ideas, la cantidad de adiestramientos es continua y se hace difícil en este sentido actualizar a diario y cubrir las necesidades de todos, así mismo se está trabajando sobre un tiempo de respuesta más efectivo y tener al día la información de sus requerimientos dentro de la compañía para que la misma esté disponible para los empleados en tiempo real.

De acuerdo a la pregunta N° 8, respecto a si el I-learn es la mejor manera de llevar un registro auditable de sus competencias demostradas, ellos expresaron un 80 % de aceptación entre alto y muy alto y el 20% restante dice que se ubica entre muy bajo y regular, teniendo un promedio ponderado de 4.16. Lográndose asegurar que el sistema es potencialmente aceptado y su impacto ha sido positivo tomando en consideración un 20% al cual se le estará haciendo seguimiento continuo para lograr alinear y cubrir la meta. Un 70% expresa que fue entrenado y el entrenamiento recibido fue el más adecuado, adquiriendo un nivel de aceptación entre alto y muy alto (pregunta N° 9) mientras que el 30 % restante se bandea entre bajo y regular, remontando la tendencia del promedio pondera para la pregunta en 3.88 respectivamente. El interés y la capacidad de entender un determinado tema no es igual en todos los individuos, por tal motivo se justifica que un 30% de personal que exprese que no es la manera más adecuada de ser entrenado, sin embargo no quiere decir que sea malo, ya que un 70 % de aceptación supera las expectativas planteadas. En cuanto al nivel de formación recibido, (pregunta N° 10) expresaron que su formación se alberga entre un 80 % arrojando una aceptación entre alta y muy alta contra un 20% el cual se ubica entre bajo y regular lo que confirma la existencia de entendimiento y acoplamiento con el sistema de competencias I-learn Para un promedio ponderado de 4.06, de lo cual se deduce una formación adecuada y aceptable para los empleados.

La pregunta 11 de acuerdo al entrenamiento brindado para la implementación del

sistema, si fue adecuado o no, un 72 % de aceptación entre alto y muy alto y el restante 28% distribuido entre muy bajo y regular nivel de aceptación, quedando el promedio ponderado en 3.98. A lo largo del desarrollo de la investigación se pudo notar que muchos empleados tienen deficiencias en cuanto al buen uso y manejo de equipos de computación y las barreras del idioma en este sentido se puede inferir que el 28% recibió el entrenamiento adecuado, sin embargo las barreras antes mencionadas hacen que los resultados arrojen ese nivel de rechazo al tipo de entrenamiento en vista de que el entrenamiento es netamente técnico, enfocado al sistema y totalmente en inglés. El 90% otorga un nivel de aceptación entre alto y muy alto al renglón que reseña lo importante de documentar en el I-learn las competencias demostradas de los empleados (pregunta N° 12), y un 10% da un nivel regular de aceptación sobre este tópico concluyendo un promedio ponderado de 4.49. Resaltándose una vez más que el sistema ha tenido un impacto significativo armónicamente en los empleados y en la compañía situación esta que debe ser aprovechada por los gerentes y directivos de la empresa para aumentar la productividad de la organización ya que es vital actualmente tener un registro auditable exigido por las empresas que solicitan los diversos servicios de la compañía.

En la pregunta 13 el 80% de los empleados da un nivel de aceptación entre alto y muy alto en concordancia con la velocidad de actualización del sistema de competencias I-learn, no obstante un 20% se ve esparcido entre muy baja aceptación y regular, remontando el promedio ponderado en 4.27. Notoriamente los empleados muestran una tendencia de que el sistema está siendo actualizado en tiempo real y que la velocidad de respuesta es altamente aceptable. De acuerdo a los resultados obtenidos y la alta aceptación del sistema, es notoria la caída con relación a la pregunta N° 14, ya que existe un rechazo a los antiguos sistemas manuales de documentación del historial de los empleados y una gran receptividad con lo que significa esta tecnología del Sistema de competencias I-learn, un 63% nivel de aceptación entre muy bajo y regular donde se ubicaron aquellos que no descartan que se siga llevando un registro en físico (en archivo) se encuentra un 37% entre alto y muy alto, que deja el promedio ponderado en 3.04 respectivamente. La información debe estar disponible para los usuarios cuando la soliciten y en tiempo real, es por eso que la pregunta 15 aclara este punto ubicando un 81% de aceptación entre alto y muy alto nivel de que si tienen la información disponible quedando un 19% distribuido entre muy bajo y regular, promediando en 4.27, concluyendo que el sistema está disponible para todos en tiempo real y que hay que reforzar aquellos puntos débiles que resalta ese 19% de bajo y regular nivel de aceptación. Resumen de escala promedio (empleados). El siguiente gráfico representa la escala promedio de la muestra de los empleados de la empresa Servicios Halliburton de Venezuela en Maturín Enero de 2007.

**Leyenda utilizada en escalas y matriz:**

EP: escala promedio

Formula:  $EP = Pt / Nt$

Leyenda: Valor = Sumatoria de las afirmaciones

EP: Escala Promedio

Pt: Puntuación total de la escala

Nt: Numero de afirmaciones

Escala para 15 preguntas con cinco alternativas de respuesta.

Promedio Ponderado o Escala promedio: es la sumatoria de todos los resultados arrojados por los empleados entre el total de preguntas.

**Alternativas:** 1 muy baja aceptación, 2 baja aceptación, 3 regular aceptación 4, alta aceptación, 5 muy alta aceptación.



Gráfico 1. Escala promedio de la muestra de empleados de la empresa Servicios Halliburton de Venezuela

### CONCLUSIONES

Un porcentaje significativo de encuestados evidencia una satisfactoria aceptación y demuestra que ha sido útil la implementación del Sistema de competencias I-learn. Existe un plan de adiestramiento por parte de HR-T&D para el buen uso del Sistema, el cual se le está haciendo el seguimiento y se está extendiendo a los nuevos empleados y reforzando en los que ya se encontraban en las filas de la empresa.

En el caso que respecta a la adaptación de los empleados con el sistema de competencias, se hizo notar un nivel apacible, sin dejar a un lado las distintas capacidades y que no todos respondieron igual debido a que existen limitaciones resaltantes de idioma y rechazo a las nuevas tecnologías, por tener pocas habilidades en el manejo de equipos de computación y de la herramienta de software.

La interacción usuario – maquina se encuentra dentro de lo aceptable, en los factores resaltante se enfatiza que los empleados tuvieron una buena interacción usuario – maquina y se hace referencia un 18% antes mencionados, donde se encuentran empleados con pocas habilidades para el manejo de equipos de computación y herramientas de software así como el Sistema de competencias I-learn, sin embargo están identificados y en vías de desarrollo por parte de HR-T&D están siendo entrenados para el buen uso y manejo del sistema, como anteriormente se acotó. Se percibió resistencia al cambio, en cuanto a la utilización del módulo del Sistema de competencias que refiere a cursos en línea, ya que un 22% registro una baja calificación a esta tendencia, los empleados tienen baja inclinación por el auto estudio y prefieren entrenamientos presénciales.

El sistema es potencialmente aceptado y su impacto ha sido positivo tomando en consideración un 20% al cual se le estará haciendo seguimiento continuo para lograr alinear y cubrir la meta de la compañía que es 90% en Sistema de Competencias I-learn. En relación a si el entrenamiento recibido fue el adecuado, se puede inferir que la capacidad

de entender un determinado tema no es igual en todos los individuos, por tal motivo se justifica que un 30% del personal que exprese que no es la manera más adecuada de ser entrenado para tales efectos, sin embargo no quiere decir que sea malo, ya que un 70% de aceptación supera las expectativas planteadas.

El nivel de formación muy receptivo arrojando un 80% de aprobación por parte de los encuestados que representan un excelente resultado para la compañía, debido al notorio nivel de excelencia que se requiere y que exigen sus clientes. Los empleados expresaron que si se les está brindando entrenamiento referente al sistema y que ha sido evaluado el seguimiento del mismo.

Un porcentaje importante demuestra que es apreciable documentar las competencias demostradas en el Sistema de Competencias I-learn pero sin embargo refieren que se debe llevar el archivo de esos registros en físico, guardado como evidencia y que a la hora de cualquier auditoria que lo solicite sirva como soporte. Se puede notar que existe un plan definido de implementación del sistema que va cubriendo en la medida de lo posible el requerimiento en toda la organización, y está siendo monitoreado a nivel global.

Coexiste un gerenciamiento, que gira en torno a las competencias de los empleados y esto ayuda a expresar en las necesidades de desarrollo que complementan las necesidades del negocio, así mismo el sistema ayuda a llevar un registro auditable de su desempeño que es monitoreado a través de otra herramienta de software (PPR) como se indica en el marco referencial.

No todos los empleados están disponibles para asistir a los entrenamientos porque están cubriendo las necesidades del negocio, pero se está haciendo seguimiento a todos aquellos que no han cumplido el requerimiento para llegar a un 100% de cumplimiento del mismo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALLES, Martha Alicia. 2005. Dirección Estratégica de Recursos Humanos/Gestión por competencias.

BAVARESCO, Aura. 2001. Proceso Metodológico en la Investigación (Como hacer un diseño de investigación) Editorial de la Universidad del Zulia. Maracaibo - Venezuela

CRAIG, Robert y Bittel, Lester. 1995. Manual de Entrenamiento y Desarrollo de Personal. Asociación Americana para Entrenamiento y Desarrollo (ASTD), Editorial Diana. México

DE DIEGO ESCRIBANO Salomé. 2004. LA GESTIÓN POR COMPETENCIAS. Una experiencia empresarial Fundación Universidad Empresa Región Murcia

DOMÍNGUEZ, I. 2003. Elaboración del perfil de competencias del Especialista WEB. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" Cujae La habana Cuba.

EGG, Ander Ezequiel. 1993 Técnicas de investigación social Edición Humanista. Buenos Aires – Argentina

FERNÁNDEZ, Jose E. 2003. Competencias: Una reingeniería del aprendizaje permanente [enebral@inves.es](mailto:enebral@inves.es)

- HALLIBURTON HMS, 2005. Manual de Calidad [www.halworld.halliburton.com](http://www.halworld.halliburton.com)
- MCCLELLAND, David. 1973. Article "Testing for Competence rather than for Intelligence"
- MENDEZ, Migzu. 2002. Elaboración de pruebas estadísticas.
- NUÑEZ, Jorge. 1997. Competencias Recursos Humanos: Aplicación de las Competencias en los Procesos de Recursos Humanos. *Calidad Empresarial*, 22-25
- RODRIGUEZ, R. 2002. Impacto de la tecnología de información en el capital humano de las organizaciones. Universidad de Oriente Núcleo Monagas.
- SPENCER Lyle M. and Signe M. Spencer. 2001. *Competence at Work: Models for Superior Performance Hardcover*
- VARGAS F, F Casanova, L Montanaro. 2001. El enfoque de competencia laboral: manual de formación. Montevideo: CINTERFOR/OIT. Disponible en: <http://www.cinterfor.org.uy/public>
- VALLE León Isel. 2000. Competencias Laborales. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/rrhh/sobrecomp.htm>
- ZARIFIAN, Philippe. 2001. El modelo de competencia y los sistemas productivos, Montevideo, Cinterfor/OIT.

# **Red HFC para servicios de banda ancha comercial en la empresa Corporación Telemic C.A sede Anaco, estado Anzoátegui**

HFC network broadband for commercial services of business Corporation Telemic C.A Anaco, Anzoátegui State

**Ana Victoria Marcano e Hildegard Struppek**

Gerencia y Coordinación Académica de la Enseñanza en Carreras Largas. Áreas Interdisciplinarias, Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela.

E-mail: [amarcano@udo.edu.ve](mailto:amarcano@udo.edu.ve)

Recibido: 15/10/2012

Aceptado: 10/07/2013

## **RESUMEN**

El trabajo de investigación tuvo como objetivo principal el estudio de una infraestructura de red para proveer servicios de banda ancha comercial tomando como caso la Corporación Telemic C.A (INTER) sede Anaco estado Anzoátegui integrándola con la red HFC existente a fin de lograr la convergencia tecnológica, esto permitirá a la empresa generar una ventaja sostenible sobre la competencia en el sector de las telecomunicaciones, estar en una posición óptima para identificar nuevas formas de generar ingresos, reducir los costes y aumentar la flexibilidad organizativa. El tipo de investigación asociado es proyectiva con un nivel descriptivo por cuanto se detalla el contexto tal cual como fue observado, los procesos y actividades realizadas en la empresa con la finalidad de generar una propuesta factible que permita solventar la situación planteada, metodológicamente estuvo guiada por una serie de etapas adaptadas a la metodología del ciclo de vida de la red propuesta por Cisco Systems, la cual permitió realizar un exhaustivo diagnóstico de las necesidades, evaluar requerimientos y realizar el estudio de integración de la red, que permita a los abonados la provisión de los servicios de TV, telefonía e internet a través de una misma plataforma.

**Palabras Claves:** red HFC, telecomunicaciones, red de datos, convergencia tecnológica, head end, Hybrid Fiber Coaxial.

## **ABSTRACT**

The research objective was the study of a network infrastructure to provide broadband services business as a case in the Telemic Corporation CA (INTER) based Anaco Anzoátegui integrating with existing HFC network to achieve technological convergence, this will enable the company to generate a sustainable advantage over the competition in the telecommunications sector, to be in the best position to identify new ways to generate revenue, reduce costs and increase organizational flexibility. The research associate is projective with a descriptive level because the context is detailed as is as observed, processes and business activities in order to generate a feasible proposal allowing resolve the situation presented, methodologically was guided by a series of stages adapted to the life cycle methodology of the proposed network by Cisco Systems, which allowed for a thorough diagnosis of the needs, assess requirements, and develop the design of network integration, allowing subscribers providing services of TV, telephony and internet through one platform.

**Keywords:** HFC network, telecommunications, data networking, technological convergence, head end, Hybrid Fiber Coaxial.

## INTRODUCCIÓN

Las empresas en la actualidad están siendo retadas para conectar en forma segura a clientes, asociados y empleados a los recursos corporativos, desde ubicaciones cada vez más distantes. La necesidad de proporcionar una infraestructura confiable y segura para entregar video, datos y servicios avanzados se ha vuelto indispensable para mantener una ventaja competitiva y convertirse en proveedor global de las necesidades del cliente. Esta tendencia ha impulsado la convergencia tecnológica necesaria para lograr ofrecer nuevos servicios en infraestructuras ya existentes, como los son las redes de televisión por cable o redes HFC (Hybrid Fiber Coaxial, por sus siglas en Inglés) las cuales están impulsadas por la necesidad de transmitir grandes volúmenes de información y la expansión del mercado.

La convergencia de servicios de telecomunicaciones impone retos tecnológicos, económicos y organizacionales para convertir las redes de cable en redes bidireccionales de datos de alta velocidad para así poder ofrecer una amplia variedad de servicios y aplicaciones como vídeo bajo demanda (VOD, Video On Demand), pago por visión (PPV, Pay Per View), juegos interactivos, videoconferencia, entre otros. Sin embargo, en la actualidad los que se han convertido en la principal prioridad son los servicios de telefonía y acceso a internet a alta velocidad, este último se tomará como base para ser estudiado a continuación. INTER como multiproveedor de servicios de telecomunicaciones a nivel nacional ha desarrollado una estructura de fibra óptica para ofrecer una gama de servicios bidireccionales que han sido integrados a medida que el mercado ha evolucionado para así ampliar horizontes y adecuarse a la demanda de sus suscriptores en las diversas ciudades del país.

La empresa está trabajando para llevar sus servicios a la mayor cantidad de suscriptores en el país. En este sentido, la UN Anaco ubicada en el Estado Anzoátegui Venezuela, actualmente sólo ofrece el servicio de TV por cable y desea expandir sus servicios para ofrecer a sus clientes el servicio de acceso a internet; por la gran importancia de estar a la vanguardia en los avances tecnológicos. Para lo cual se propone el estudio de la infraestructura de red para proveer servicios de banda ancha comercial utilizando la combinación de tecnologías de fibra óptica y cable coaxial, considerando que estas son una evolución de las redes de distribución de televisión por cable coaxial, haciendo posible topologías de redes susceptibles de transportar señales bidireccionales, capaces de proporcionar servicios interactivos de video, voz y datos.

Este estudio permitirá el diseño de una red la transmisión de los diferentes servicios (voz, TV, internet), controlar el tráfico bidireccional referente al rendimiento y seguridad, así como también el uso de los recursos por parte de los abonados, configuración y monitoreo de los servicios e interfaces, sistemas de acceso para la optimización del uso del ancho de banda entre los diferentes clientes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el logro de este objetivo se utilizó una adaptación de la metodología del ciclo de vida de la red propuesta por Cisco Systems, como marco metodológico de la investigación.

**Fase I: Preparación.** Se realizó una descripción de la situación actual de la empresa en relación a la infraestructura de la red de datos, para conocer cuáles son sus potencialidades, recopilar información acerca de la estructura y procesos de la organización, identificar las necesidades y su visión tecnológica, los actores involucrados, sus funciones; lo que permitió descubrir las limitaciones y aprovechar las oportunidades planteando alternativas viables.

**Fase II: Planeación.** Se realizó la evaluación del entorno actual de la red para soportar la solución propuesta y determinar si la infraestructura existente, las dependencias de los actores y el ambiente operativo son capaces de soportar el sistema propuesto de forma segura y eficiente. Se especificaron e identificaron los requisitos técnicos y operacionales del diseño en cuanto a capacidad y niveles de alcance.

**Fase III: Diseño.** Esta fase se concentró en el desarrollo de un diseño completo y detallado, que asocie las necesidades del negocio a la tecnología disponible y cumpla con los requerimientos técnicos para generar un sistema que maximice el éxito de la organización. La meta de esta fase es satisfacer los requerimientos inmediatos y futuros de la red de HFC, reflejarlos en el diseño para luego llegar a su implementación. Se considerarán las siguientes actividades:

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para cumplir con el logro de los objetivos planteados se desarrollaron actividades, métodos, técnicas, análisis, estrategias y procedimientos, aplicados en las fases de la metodología que van desde el estudio de la situación actual de la empresa hasta elaboración del diseño de la infraestructura de la red de datos.

### ***Fase I: Preparación***

El estudio de la infraestructura de red datos para ofrecer el servicio de banda ancha comercial en la empresa INTER sede Anaco estado Anzoátegui permitirá integrar de forma definitiva la infraestructura de datos con la estrategia general de las unidades de producción, teniendo en cuenta los objetivos generales y fines particulares que persigue la empresa: dominio de costos, mejora de sus posiciones competitivas, flexibilidad de las redes para integrar todas las innovaciones tecnológicas, coherencia en los equipamientos, calidad funcional y operativa de los servicios de telecomunicaciones, junto a la integración de estos con el resto de las funciones de la empresa.

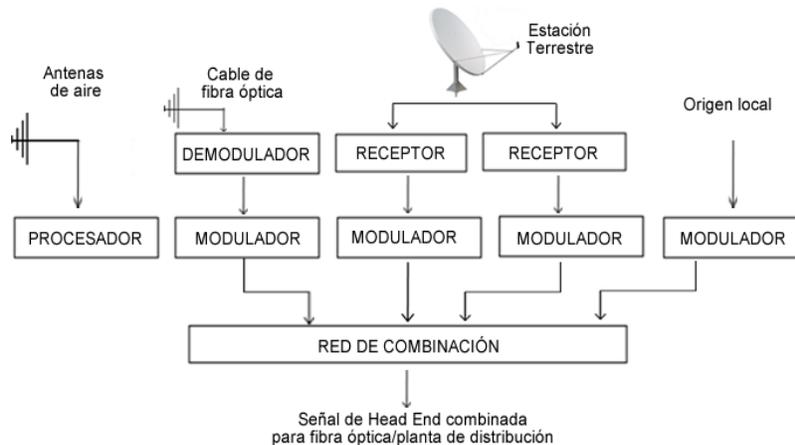
La UN Anaco ofrece el servicio de distribución de señales de TV a través de redes de banda ancha híbrida de fibra y cable coaxial (HFC); teniendo como componente principal de su red el Head End. En este se reciben las señales de múltiples fuentes, incluyendo las señales de aire, las señales satelitales y las señales de origen local; posteriormente se acondicionan (dependiendo del formato en el cual se reciben) y se colocan en una portadora de RF, para combinarse en único cable. El proceso de acondicionamiento filtra las frecuencias no deseadas, amplifica las señales de ser necesario y estabiliza el nivel de amplificación requerido, es decir, se limpia la señal y se coloca en el formato correcto para su transporte a través de la red HFC. Finalmente se asigna una frecuencia de RF de salida para cada señal en base la grilla de canales.

Las señales de aire han sido moduladas en una portadora con una frecuencia en el espectro de RF y son transmitidas por aire por estaciones locales independientes o afiliados locales de redes nacionales y estas son recibidas en el Head End a través de antenas convencionales ubicadas en la parte superior. Entre los canales que se reciben por aire se pueden mencionar: Venevisión, Televen, TVES, VTV, entre otros.

Las señales satelitales incluyen cualquier señal transmitida desde una estación terrestre a un satélite en órbita y luego retransmitida a la tierra; estas señales son mucho más complejas que la señales de aire ya que siguen tres segmentos de ruta desde la estación transmisora terrestre a la estación receptora terrestre. Las señales satelitales son en formato de microondas; es decir, tienen

frecuencias en el rango de GHz y muchos de los canales se reciben a través de un satélite, incluyendo Sun Channel, HBO, A&E, Sony, TNT, entre otros.

El tercer tipo de las señales utilizadas en el Head End son las señales de origen local que se producen dentro de el por un generador de caracteres, en formato de banda base que comparten una baja frecuencia; en este caso, corresponden el canal guía, la insertora de publicidad y logos en cual se transmiten pautas publicitarias de la empresa y la guía de programación de canales en la ciudad de Anaco. En la figura 1 se muestra el proceso de acondicionamiento de las señales que se reciben en el Head End.



**Figura 1:** Proceso de acondicionamiento de la señal.

### ***Fase II: Planeación***

Uno de los puntos principales en el estudio de una infraestructura de red, es dar a conocer los parámetros fundamentales en cuanto a las características con que debe contar. Una planeación adecuada es crucial para asegurar una red de alta disponibilidad y de alto rendimiento que se traducen en la reducción de costes y mejoras en los procedimientos de trabajo para la organización.

### ***Requerimientos de la red HFC***

- En la red HFC actual se debe habilitar canales para doble vía que permitan soportar los servicios de datos.
- Alta flexibilidad que permita la interoperabilidad con otras redes.
- Escalabilidad de ancho de banda y servicios permitiendo que los abonados puedan disponer de acuerdo a sus necesidades, el ancho de banda que sus aplicaciones demanden.
- Considerar estándares abiertos que permitan conectarse con otras redes con confidencialidad, flexibilidad y seguridad.
- El equipamiento a utilizar debe cumplir con el estándar DOCSIS (Internacional Data Over Cable Service Interface Specification - Especificación de Interfaz para Servicios de Datos sobre Cable) que define los requerimientos de la interfaz de soporte de comunicaciones y operaciones para los sistemas de datos por cable.

### **Fase III: Diseño**

El diseño de la red se basa en el modelo jerárquico de capas, el cual según Lewis (2009) “implica la división de la misma en capas. Cada una de estas capas proporciona funciones específicas que definen su papel dentro del conjunto. Al separar las diversas funciones que existen en una red, ésta se hace mas modular, lo que facilita su escalabilidad y su rendimiento”. Este modelo pretende definir claramente la misión de los elementos de la red, para que puedan ser administrados como una colección de unidades operativas independientes, replicables y escalables.

La figura 2 muestra el diseño jerárquico asociado a la red de la UN Anaco, donde la capa de núcleo estará formada por varios sistemas de conmutación basados en switches independientes. La capa de distribución está formada por los sistemas de: enrutamiento y firewall. La capa de acceso está formada por los enlaces de datos y la red HFC que permiten ofrecer los servicios de banda ancha a los abonados, utiliza el protocolo DOCSIS como mecanismo de transporte para establecer la conexión con los abonados y la zona de enlace de datos que incorpora la funcionalidad para conectarse con los proveedores de servicios para tener presencia y acceso a la Internet.



**Figura 2:** *Diseño jerárquico de la red*

La red HFC pertenece a la capa de acceso y su diseño depende de los servicios que se desean ofrecer a los abonados, es por ello que la arquitectura de la red HFC juega un papel importante en la distribución de señales desde el origen de ellas hasta los distintos abonados. La topología de la red actual de INTER sede Anaco es una topología tipo árbol, cuyo principal elemento jerárquico en la red es el Head End.

### **Diseño del Head End de la red de INTER UN Anaco**

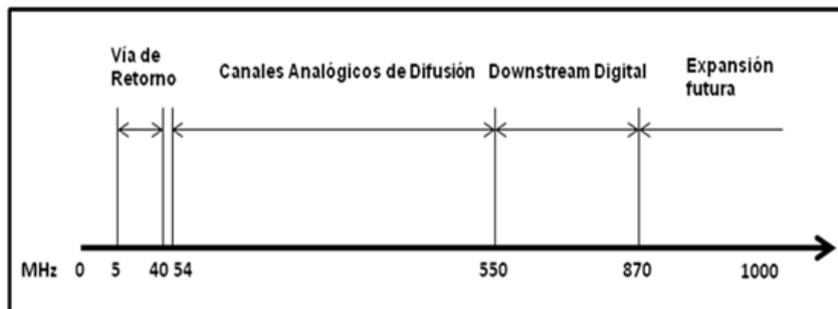
Las redes HFC actuales de la empresa INTER sede Anaco transmiten únicamente señales desde el Head End a los abonados, mediante el uso de un canal descendente (transmisión tipo broadcasting). En este sentido, para poder ofrecer el servicio de banda ancha se requiere habilitar un canal ascendente para que de esta manera los abonados puedan transmitir y recibir datos a través del mismo medio (servicios de narrowcasting). Dichos servicios permitirán a la empresa maximizar la utilización del ancho de banda disponible a fin de cumplir con las necesidades de una base de suscriptores segmentada, aumentando de esta manera el potencial de obtener ganancias.

1. *Downstream o Vía Directa (Canal de Forward).* Inicialmente se debe reservar el espectro de ancho de banda para transportar los servicios que se van a ofrecer a través de la red HFC.

Actualmente INTER transporta video analógico en el ancho de banda de 54-550 MHz y los servicios digitales en la banda de 550-870 MHz, debido a que los sistemas y equipos relacionados están diseñados actualmente para incluirlos en estas frecuencias. En el sentido descendente la señal se propaga por todas las ramas de coaxial, bajo el comportamiento normal de una red de difusión. El canal descendente (downstream) es el camino desde la Head End al abonado transmitiéndose señales analógicas y digitales en la banda de frecuencias de 550-870 MHz.

2. *Upstream o Vía Retorno (canal de reversa)*. Por el contrario la capacidad para el ancho de banda de retorno se encuentra limitada alrededor de 35 MHz utilizando la asignación de subdivisión extendida; por lo tanto, se requiere utilizar la vía de retorno de manera conservadora. Mediante el reparto dinámico de toda esta capacidad entre los abonados que en cada instante lo soliciten, se obtiene un sistema flexible que permite un aprovechamiento intensivo de los recursos. En el canal ascendente o de retorno se distinguen los canales provenientes de cada rama de coaxial y se superponen al llegar al nodo óptico, resultando un solo canal que llega hasta la cabecera, así se comparten los 35 MHz del canal de retorno (5 - 40MHz) entre todos los usuarios. Los canales de retorno serán multiplexados en frecuencia (FDM) en el nodo óptico, lo que significa que cada uno de los canales se situará en una frecuencia distinta para que puedan viajar todos por la misma fibra de retorno hasta el Head End. De ésta forma los 35 MHz del retorno son compartidos solamente entre los usuarios de la rama de coaxial que tenga asignado el momento de la transmisión.

En la figura 3 se muestra la distribución del espectro de frecuencias sobre la red HFC utilizado en la empresa INTER.



**Figura 3:** Distribución del espectro de frecuencias sobre la red HFC en la empresa INTER.

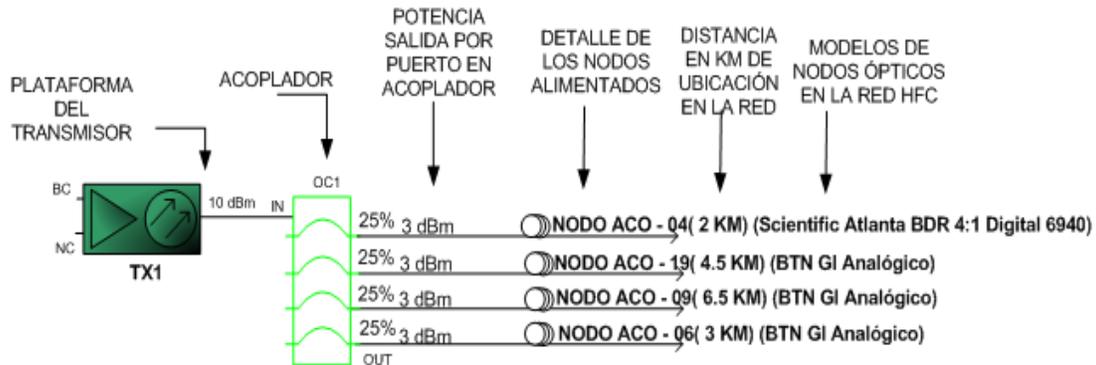
### **Diseño de la red troncal de INTER UN Anaco**

La red troncal de INTER, corresponde al recorrido de la fibra óptica desde el Head End hasta los nodos ópticos principales. Las redes híbridas fibra/coaxial permiten el transporte de señales de alta calidad a grandes áreas de servicios, en portadoras de RF y portadoras Ópticas. Las señales de RF moduladas y combinadas que salen del Head End, deben ser convertidas a una forma óptica, para ser transportadas a través del enlace de fibra óptica.

Considerando los servicios que se van a ofrecer a través de la red HFC, inicialmente se debe reservar y optimizar la capacidad de ancho de banda necesario para transmitir las señales hacia todos los abonados sin considerar si ellos son capaces de recibirlas o no (transmisión de tipo radiodifusión- broadcasting) y el ancho de banda destinado por las señales que son transmitidas a ciertos usuarios en particular (transmisión de difusión selectiva - narrowcasting). En este sentido,

el broadcasting será destinado para la transmisión de todos los canales de televisión por suscripción y el narrowcasting para ofrecer el servicio de banda ancha. De esta manera es posible modificar la capacidad de un ancho de banda de acuerdo a los requerimientos futuros.

En la figura 4 se muestra el esquema óptico de los elementos involucrados para la transmisión de los servicios de TV y datos en la empresa INTER sede Anaco, usando un transmisor óptico con capacidad para alimentar la cantidad de cuatro (4) nodos ópticos que cubren las áreas de servicios en diferentes zonas geográficas de la ciudad identificados como Nodos ACO 04, ACO19, ACO 09, ACO 06.



**Figura 4:** Esquema de transmisión Óptico Head End Anaco.

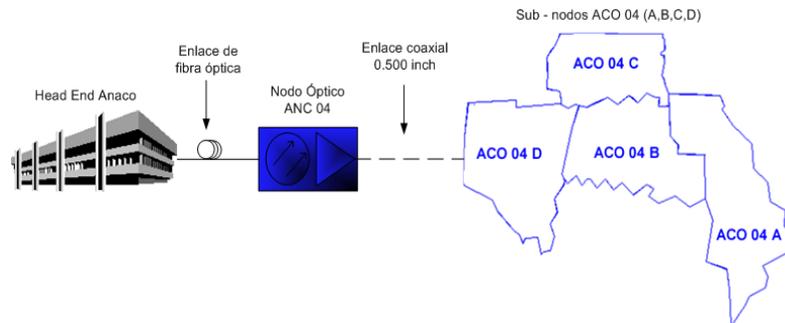
Los nodos ópticos de la red troncal son los puntos de terminación de la red HFC en la cual las señales de la fibra (electro-ópticas) se convierten en RF (óptico-eléctricas) para la distribución a los hogares. Los nodos ópticos distribuidos en la red troncal actual de la UN Anaco son de tipo analógicos y digitales; el nodo ACO 04 es de tipo digital modelo Scientific Atlanta BDR 4:1; los nodos ACO 19, ACO 06 y ACO 09 son analógicos modelo BTN General Instrument; cada nodo óptico tiene capacidad para atender a un número determinado de abonados.

La diferencia de un receptor digital con respecto a uno analógico radica en que poseen cuatro (4) salidas de RF correspondientes a cada sub nodo de cada nodo. Es por ello que se utilizaran combinadores 4:1 para obtener una única señal en RF asociada a un puerto de upstream. También es importante dejar un puerto disponible con fines de medición de los niveles de señal óptimos, actualmente el equipo destinado para estos fines en el Head End Anaco es el SDA 5510.

Para la transmisión de las señales de narrowcast es necesario disponer en el Head End de un CMTS, que es el encargado de comunicarse con los CM en las instalaciones de los abonados. Estos equipos adecuan los datos digitales a la red HFC y consiguen tasas de transmisión hacia el abonado de hasta 2 Mbps.

En la fase del diseño de la red troncal que se encarga de repartir la señal generada por el Head End a todas las zonas de distribución que abarca la red de cable, se consideran aspectos como la ubicación geográfica de los puntos de interés como el Head End y los nodos ópticos de la red. En la red actual de INTER sede Anaco los nodos están ubicados en zonas centrales a su respectiva cobertura considerando la densidad poblacional en dicho sector y el número de abonados con una proyección futura, que servirá como base inicial para el diseño de la red con la finalidad de proveer el servicio de banda ancha comercial sobre la misma infraestructura actual que posee la empresa.

Cada nodo óptico posee una capacidad para alimentar un total de 1000 abonados activos. Posteriormente del nodo óptico, parten cuatro (4) buses de cable coaxial que sirven a cuatro (4) áreas de distribución distintas, denominados sub-nodos (A, B, C, D); cada sub-nodo permite ofrecer los servicios a un total de 250 hogares. La UN Anaco posee un total de 6 nodos ópticos en la red troncal pero para efectos de esta investigación se tomara en cuenta en el diseño de la red HFC el nodo ACO 04 que se encuentra conectado al Head End a través de un enlace de fibra óptica de 2 Km y para la red de distribución se tomara en cuenta el sub nodo ACO 04A. La ubicación geográfica del sub nodo ACO 04 se muestra en la figura 5 donde se observa el área de cobertura de la zona.



*Figura 5: Red HFC de la UN Anaco simplificada correspondiente al nodo ACO 04.*

### **Diseño de la red de distribución y red de acometida de INTER UN Anaco**

En el segmento de la red de distribución se utilizara como medio de transmisión el cable coaxial RG.500 dadas las características de menor atenuación por distancia recorrida, permitiendo reducir el número de amplificadores totales en cascada. Para este diseño se consideró el tendido de la red de distribución actual del sub nodo ACO 04A que cubre un área geográfica de un total de 33 manzanas para un total de 921 hogares; sin embargo para fines de este trabajo de investigación el tendido de la red de abarca el diseño de distribución para ofrecer servicios de banda ancha a un total de 250 abonados activos que representa la muestra de la población seleccionada.

Se estudiaron las características que tienen importancia directa para el diseño del sistema de banda ancha, relacionados con los cálculos de requisitos de ancho de banda y los niveles de señal, cuyas características básicas se resumen a continuación:

Debido a la naturaleza de la tecnología de CATV, el control del ruido en la banda de upstream es un problema significativo. La elección del espectro está limitada a aquellas bandas que tengan suficiente razón señal a ruido (SNR ó S/N) para soportar la transmisión de datos usando QPSK ó 16-QAM. DOCSIS especifica un valor mínimo de 25 dB para la SNR en el rango de 5 a 42 MHz. Las bandas de frecuencia más alta son preferidas debido a que los armónicos afectan menos las comunicaciones.

**Capa física:** La capa física DOCSIS permite flexibilidad considerable debido a los diferentes anchos de banda de la señal ascendente y a las opciones de modulación disponibles para ambos flujos. Para el Ancho de banda del canal, se especifica un ancho de canal de subida entre 200 KHz y 3200 KHz con un canal de bajada de 6 MHz. Para Modulación, se especifica 64 QAM o 256 QAM para el canal de bajada y QPSK o 16 QAM para el canal de subida. DOCSIS emplea métodos de acceso determinísticos, específicamente TDMA y S-CDMA; experimentando pocas colisiones

La máxima tasa de transmisión del enlace descendente es de 42.9 Mbps y del ascendente de 10,24 Mbps. El retorno maneja cinco anchos de canales de radiofrecuencia (RF) diferentes para disponer de diferentes tasas de transmisión.

**Capa de enlace:** Esta capa necesita estar encriptada, para mantener la privacidad de las comunicaciones entre los usuarios. Incluye el estándar de encriptación de datos (DES, por sus siglas en inglés) para los datos de usuario.

**Capa de red:** Utiliza el protocolo IP para la comunicación entre el cable modem y la red.

**Capa de transporte:** Para el transporte de datos IP, se utiliza TCP o UDP.

**Capas superiores:** *En* esta capa se soportan todas las aplicaciones relacionadas con Internet, como: http, mail, ftp, www, DHCP, entre otros.

### ***Equipamiento de la red HFC***

**CMTS:** es el equipo que se utiliza para proporcionar servicios de datos de alta velocidad por cable a los abonados. Desde la red HFC al CMTS llegan los canales ascendentes (4 canales), compartidos por los usuarios, y desde el CMTS parte un canal descendente hacia los diferentes cable módems.

**Cable modem:** El cable modem es un equipo terminal de abonado y tiene la capacidad de ofrecer los servicios de acceso a redes de datos como Internet a velocidades muy superiores a las recibidas a través de la red telefónica. Estos equipos, reciben datos a velocidades superiores de las enviadas y utilizan como modo de transmisión el multiplexado estadístico del tráfico de red, permitiendo ahorrar recursos.

**Diplexor:** La principal función de un filtro diplexor es la de separar los anchos de banda de downstream y upstream de las señales en un sistema de red HFC.

**Ecualizador (EQ):** La función de un ecualizador dentro de un amplificador es la de atenuar las señales de menor frecuencia para mantener una entrada plana de señal de RF a los híbridos de amplificación.

**Atenuador (A):** Es un circuito cuya función principal es reducir el nivel de potencia de la señal de RF a un valor determinado. Los atenuadores van de 0 a 20 dB en incrementos de 1 dB.

**Combinador:** agrupan un determinado número de señales de RF y las amplifican mediante IC híbridos de muy baja distorsión. La ganancia se ajusta para enviar el nivel apropiado a la red de distribución, transmisores ópticos, etc.

**Amplificador:** Los amplificadores a ser utilizados en la red bidireccional HFC, deben cumplir con el control de atenuación para ajustar el nivel de RF, bajo ruido, baja distorsión y alta linealidad en la red, determinado rango de potencia de salida en dBmV de acuerdo a las frecuencias establecidas por DOCSIS 1.1.

**Nodo Óptico:** Los nodos ópticos a ser utilizados en la red bidireccional HFC, deben permitir el transporte de paquetes de datos y video, disponer de los canales ascendentes y descendentes para el rango de frecuencias especificado por DOCSIS 1.1., capacidad de amplificación y ganancia para las frecuencias de los extremos del rango de frecuencia a utilizarse, especificar los niveles de entrada óptica para el canal de downstream y de radiofrecuencia (RF) para el canal de upstream, especificar los niveles de señal de salida de radiofrecuencia para el canal de downstream y nivel

de salida óptica para el canal de upstream y disponer del rango de longitud de onda especificado por el tipo de fibra óptica presente en la red

***Estimaciones sobre el ancho de banda ofrecida a los abonados mediante la tecnología propuesta.***

La empresa INTER sede Anaco brindará planes del servicio de datos con velocidades teóricas de downstream y upstream de 256/128 Kbps, 512/128 Kbps y 1024/128 Kbps con niveles de compartición de 4:1 (en base a la oferta en el mercado) respectivamente; es decir, que en las horas pico la velocidad mínima que tendrán los abonados con el plan mínimo será de 64 Kbps de downstream.

Se realizó un ejercicio de cálculo de la capacidad necesaria para la prestación del servicio de datos considerando un total de 250 abonados residenciales que pueden adquirir el servicio de datos, 100 de ellos adquieren el servicio de internet con capacidad de 1024/128 Kbps, 60 abonados con capacidad de 512/128 Kbps y los 30 restantes con capacidad de 256/128 Kbps con un índice de simultaneidad del 15, 12 y 10% respectivamente. El cálculo de la capacidad total requerida de downstream por el total de abonados que dispondrán del servicio, se realizó de la siguiente manera:

**Capacidad= (Número de AB) % de simultaneidad\*anchodebanda[Kbps]**

Para 1024 kbps Capacidad (1)=15360 [Kbps]

Para 512 kbps Capacidad (2)=3686.4 [Kbps]

Para 256 kbps Capacidad (3)=1536[Kbps]

**Capacidad (total)= Capacidad (1)+ Capacidad (2)+ Capacidad (3)**

Capacidad (total)= 20582,4 [Kbps]

**Cantidad de E1= Capacidad (total) / 2048**

Cantidad de E1= 10,05 lo que equivale a un total de 11 E1.

Se prevé que la demanda de abonados con el tiempo va a aumentar considerablemente y por ende la utilización de recursos de ancho de banda se recomienda el uso de un enlace STM-1 que equivale a 155 Mbps.

## **CONCLUSIONES**

La determinación de los requerimientos de la infraestructura de red enmarcó la evaluación de los elementos que, a través de su implementación, pudieran soportar el sistema propuesto de forma segura y eficiente, implicando consideraciones en cuanto al hardware, configuración de equipos, protocolos de conmutación, protocolos de enrutamiento y modelos de direccionamiento, que debía incorporar el diseño.

El estudio de la infraestructura de red propuesto representa una opción confiable en cuanto a la prestación de los servicios de banda ancha comercial a través de la red HFC permitiendo brindar a los abonados la provisión de los servicios de TV e internet a través de una sola plataforma. Esto reduce significativamente el costo de instalación, consecuentemente un menor precio para el abonado.

Debido a la naturaleza y ancho de banda alcanzable en las redes HFC, la implementación de un sistema de datos basado en protocolo IP es una plataforma plenamente viable, sobre el cual las empresas de TV por cable puede sobrellevar con éxito el régimen de convergencia

tecnológica y de servicios adoptando esquemas inteligentes de comercialización que garanticen satisfacer los requerimientos del cliente y por ende asegurar su permanencia en el mercado.

La velocidad de transmisión de la red es altamente afectada por las condiciones de propagación de las señales eléctricas, es decir por el ruido, ingresos, intermodulación, no linealidades en la red, retardos de propagación, ecos, entre otros. Por ello, esto es fundamental considerar para el desarrollo e implementación de la red la degradación producida por estos factores.

Las redes de HFC son un medio compartido, lo cual supone un problema para la seguridad dentro de la red. Esto hace que sean necesarios sistemas que prevengan de violaciones de seguridad por parte de otros usuarios o intrusos que accedan a la red de manera ilegal, pudiendo tener acceso a contenidos prohibidos para ellos.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALVARADO, G. 2003. Diseño e implementación de redes de acceso para proveer el servicio de telefonía fija y servicios de valor agregado por el grupo TV Cable. Memoria para optar al título de ingeniero en electrónica y telecomunicaciones .Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- CLAISE, B. y WOLTER, R. 2007. Network Management: Accounting and Performance Strategies. Cisco Press, USA.
- COUCH, L. 2008. Sistemas de comunicación digitales y analógicos. Pearson Educación, México.
- DYE, M., MCDONALD R. 2008: Aspectos básicos de networking. Guía de estudio de CCNA Exploration . Pearson Educación, España.
- ESPINOZA, M. 2006. Análisis de la integración de redes HFC con tecnologías inalámbricas, bajo el estándar DOCSIS. Memoria para optar al título de ingeniero en Electrónica. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador
- HOLGUIN, R. 2008. Estudio de las redes de telecomunicaciones de nueva generación, análisis de su convergencia y aspectos regulatorios, Memoria para optar al título de ingeniero en telecomunicaciones. Escuela Politécnica Nacional, República del Ecuador.
- LEWIS, W. 2009. LAN inalámbrica y conmutada. Guía de estudio de CCNA Exploration. Pearson Educación, España.
- NASER, D. (1994). Network Optimization and Troubleshooting. Editorial New Riders Publishing. Indianapolis, USA.
- PORTILLO, J. (2003). Desarrollo de una red de comunicaciones de datos, audio y video utilizando la infraestructura de las redes de televisión por cable. Memoria para optar al título de ingeniero electricista. Universidad de San Carlos, Guatemala.
- RASKIN, D. y STONEBACK, D. 1998. Broadband return system for Hybrid fiber/coax cable TV networks. Nueva Jersey, Estados Unidos: Prentice Hall, USA.

## Modelo matemático para la estimación del porcentaje de asfaltenos en crudo en función de la gravedad API, la temperatura y el índice de refracción

Mathematical model for the estimation of asphaltene percentage on crude oil in based on gravity API, temperature and the refractive index

**Tomás Darío Marín Velásquez, María José Rendón Núñez, Marlinis Ysabely Aliendres**

Laboratorio de Procesamiento de Hidrocarburos, Escuela de Ingeniería de Petróleo de la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas. Avenida Universidad Campus Los Guaritos, Maturín, 6201, Estado Monagas, Venezuela.

E-mail: [tmarin@udo.edu.ve](mailto:tmarin@udo.edu.ve)

Recibido: 29/06/2012

Aceptado: 17/02/2013

### RESUMEN

Actualmente existen ensayos que permiten determinar el porcentaje de asfaltenos por separación de los mismos del crudo por extracción con solventes o mediante propiedades como la absorción de luz. Esta investigación se enfocó en la selección de un modelo matemático para estimar el porcentaje de asfaltenos en función de tres propiedades medibles a nivel de laboratorio, la gravedad API (American Petroleum Institute), la temperatura y el Índice de Refracción. Se determinó la gravedad API a 8 muestras de crudo mediante la norma ASTM D287 (American Society for Testing Materials), el Índice de Refracción a cada muestra diluida al 1% en Xileno mediante el procedimiento indicado la norma ASTM D1218 a tres (3) temperaturas y el porcentaje de asfaltenos mediante la norma ASTM D6560. Se correlacionaron por separado las tres variables independientes (API, T e IR) con la variable dependiente (%ASF), se escogieron los mejores modelos en función al coeficiente de determinación  $R^2$ . Con estos se construyeron cinco modelos matemáticos, mediante el programa estadístico STATGRAPHICS PLUS 5.1 que permitió obtener las ecuaciones correspondientes y se calculó el porcentaje de error relativo promedio (ERP) de los valores estimados de %ASF respecto a los experimentales aceptándose los modelos que presentaran el menor ERP, luego se validaron con ocho muestras adicionales pertenecientes a la población, seleccionándose el modelo con el menor valor de ERP. Se seleccionó como modelo:

$$\%ASF = (44,1618 + 0,0233255T)[0,33536e^{(-0,0976151API)}](0,711428IR^2 + 0,634931IR + 0,335433)$$

El cual tuvo un ERP de 3,97% respecto a la validación externa y un  $R^2$  de 0,98, lo que indica que éste representa la variabilidad de %ASF en un 98,00%.

**Palabras claves:** asfaltenos, modelo matemático, índice de refracción, gravedad API.

### ABSTRACT

Currently there are tests to determine the percentage of asphaltene by separation of crude oil by extraction with solvents or by properties such as light absorption. This research focused on the selection of a mathematical model to estimate the percentage of asphaltene based on three measurable properties in laboratory, the API (American Petroleum Institute) gravity, refractive index and temperature. Found the API gravity to 8 samples of crude oil by the standard ASTM D287(American Society for Testing Materials), the refractive index to each diluted sample to 1% in Xylene procedure referred to standard ASTM D1747 to three (3) temperatures and the

percentage of asphaltenes by the ASTM D6560 standard. Correlated separately the tree independent variables (API, T and IR) with the dependent variable (%ASF) selecting the best models based on the  $R^2$  determination coefficient. These were five mathematical models by the statistical program STATGRAPHICS PLUS 5.1 which allowed for the corresponding equations and calculated percentage relative average (ERP) of the estimated values of %ASF compared with the experimental accepting models that presented the smaller ERP, then validated with eight additional samples belonging to the population, by selecting the model to submit the lowest value of ERP. Selected as model:

$$\%ASF = (44,1618 + 0,0233255T)[0,33536e^{(-0,0976151AP)}](0,711428IR^2 + 0,634931IR + 0,335433)$$
which had an ERP of 3.97% compared with external validation and an  $R^2$  of 0.98, which indicates that it represents the variability of %ASF in 98,00%.

**Key words:** asphaltenes, mathematical model, refractive index, API gravity.

## INTRODUCCIÓN

Los asfaltenos son partículas orgánicas sólidas que contienen anillos condensados de hidrocarburos aromáticos. Estos poseen gran cantidad de carbono, además de hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y metales, tales como vanadio (V) y níquel (Ni) (Alayón 2004). Los hidrocarburos están sujetos a fenómenos fisicoquímicos como los cambios de temperatura, presión y composición a lo largo de todo el proceso de producción. Esto puede generar segregación de los componentes y deposición de las partículas más pesadas (asfaltenos, resinas, parafinas), las cuales floculan y precipitan. (García y Moreno 2005). Estos problemas acarrearán pérdidas económicas por reparación y mantenimiento de los equipos de producción, además de paralización de la producción, con una consecuente disminución de la rentabilidad del proceso. A nivel mundial la determinación del porcentaje de asfaltenos en petróleo se realiza de acuerdo al procedimiento establecido en la norma estándar ASTM D6560, adicionando a la muestra una parafina lineal, en este caso el n-heptano para separar los asfaltenos (Mansoori 1997). Este procedimiento estándar presenta el inconveniente de que es muy lento, ya que se requieren alrededor de 9 horas para analizar una muestra. Por tal razón se han propuesto métodos alternativos, que incluyen a la espectroscopía de luz infrarroja (Brian y William 1998) donde se mide la cantidad radiación absorbida por los asfaltenos presentes en una muestra de petróleo. Otro método espectroscópico propuesto es el de radiación ultravioleta (UV) (Zerliaa y Pinellia 1992) donde igualmente obtienen valores estimados para el porcentaje de asfaltenos en función a la cantidad de radiación absorbida y validada con los resultados de la norma estándar de la ASTM. También se han aplicado medidas fotoclimétricas para estimar el contenido de asfaltenos (Mirsayapova y Knyazeva 1976) en base al coeficiente de absorción de luz visible, de los asfaltenos presentes en una muestra de petróleo crudo. Como todos los métodos alternativos la medida de la cantidad de radiación incluyendo a la luz, se planteó la posibilidad de utilizar esta propiedad, como metodología basada en el índice de refracción, considerando que los asfaltenos están presentes en la muestra como partículas sólidas en suspensión (caso de los asfaltenos en el crudo) la velocidad de la luz que los atraviesa disminuye al ser absorbida y desviada de su trayectoria siendo esta disminución proporcional a la cantidad de partículas presentes lo que relaciona a la cantidad de asfaltenos presentes en el petróleo crudo con la velocidad de la luz que lo atraviesa y por ende con el índice de refracción. Con respecto a otros métodos analíticos, las medidas refractométricas presentan ventajas de facilidad de aplicación, al utilizar un equipo

sencillo de gran reproducibilidad si se controla la temperatura en un rango de  $\pm 0,2$  °C, con poca cantidad de muestra (de 1 a 2 gotas) [norma ASTM D1218-02]. Aunado a lo anterior también hay que tomar a la gravedad API, que es una medida de la densidad o gravedad específica del petróleo y sus derivados como otra propiedad física que tiene influencia directa sobre el porcentaje de asfaltenos. Se obtuvieron datos en laboratorio de gravedad API, índice de refracción (a 3 temperaturas) y porcentaje de asfaltenos de las muestras y luego mediante procedimientos matemáticos y estadísticos se determinó la relación entre las variables, escogiéndose el modelo matemático que mejor se ajustó a los datos tomando como criterio de selección el porcentaje de error relativo menor, además del coeficiente de determinación  $R^2$ .

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron 8 muestras, de una población de 25 muestras de crudo provenientes de los yacimientos productores del norte del Estado Monagas Venezuela, que se encontraban disponibles en el Laboratorio de Yacimiento de la Escuela de Ingeniería de Petróleo de la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas. A las 8 muestras se les determinó en primer lugar la gravedad API, según el procedimiento establecido en la norma ASTM D287 – 92 (2006) “Método de prueba estándar para la gravedad API del petróleo crudo y productos del petróleo (Método del Hidrómetro)”. Este método de ensayo cubre la determinación por medio de un hidrómetro de vidrio de la gravedad API del petróleo crudo y productos derivados del petróleo normalmente manejados como líquidos y que tengan una presión de vapor Reid (norma ASTM D323-99) de 26 lpca (180 kPa) o menos. Las gravedades son determinadas a 60 F (15,56 °C), o convertidas a valores en 60 °F, por medio de tablas estándar. Estas tablas no son aplicables a líquidos que no sean hidrocarburos o hidrocarburos puros como los aromáticos. Luego se determinó el porcentaje de asfaltenos de las muestras según la norma ASTM D6560-00 (2005) “Método de prueba estándar para la determinación de asfaltenos (Insolubles en n-Heptano) en petróleo crudo y productos derivados del petróleo”. Este método de ensayo cubre un procedimiento para la determinación del contenido de asfaltenos insolubles en n-heptano, del gasóleo, combustible diesel, aceites residuales de combustible, aceites lubricantes, betún y petróleo crudo que se ha destilado a una temperatura de 260 °C.

Por último se prepararon diluciones de las muestras al 1% en Xileno y se le determinó a cada una el índice de refracción mediante un refractómetro digital de ABBE, marca Leika modelo MII aplicando el procedimiento establecido en la norma ASTM D1218-02 (2002) “Método de prueba estándar para el índice de refracción y dispersión refractiva de hidrocarburos líquidos”. Este método de ensayo cubre la medición de índices de refracción con una precisión de cuatro decimales para hidrocarburos transparentes y ligeramente coloreados en un rango de 1,3300 a 1,5000.

Los datos obtenidos se tabularon y procesaron por análisis de regresión para establecer la relación entre el %ASF y cada una de las variables independientes de forma separada, mediante el programa estadístico STATGRAPHIC PLUS 5.1. Los modelos de regresión estudiados fueron: lineal, exponencial, logarítmico, cuadrático y potencial. Se escogieron los modelos que mejor se ajustaron a los datos, es decir los que mejor representaron la relación entre las variables, tomando como base el coeficiente de determinación  $R^2$ . Luego se combinaron los modelos escogidos en cinco ecuaciones, para las cuales el programa STATGRAPHIC PLUS 5.1 determinó los coeficientes y se obtuvieron los modelos matemáticos que relacionaron a las cuatro variables.

Luego a través de una validación interna estableciendo como criterio que los menores errores relativos promedios (ERP) de los valores estimados, se seleccionaron los tres mejores modelos y mediante una validación externa aplicando el mismo criterio para ERP pero con ocho muestras adicionales pertenecientes a la población, se seleccionó el modelo matemático a ser usado para la estimación del %ASF como una función de API e IR.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de la relación %ASF – IR y %ASF - API

Una vez aplicados los procedimientos establecidos en las normas ASTM, para el desarrollo del modelo matemático, se obtuvieron los datos necesarios, mostrados en el cuadro 1.

Cuadro 1. Datos obtenidos a través las normas ASTM para el desarrollo del modelo matemático

Muestra	%ASF	API	IR@T =30°C	IR @T = 35°C	IR@T = 38°C
1	1,01	38,8	1,4919	1,4881	1,4875
2	4,04	23,3	1,4924	1,4888	1,4881
3	4,21	24,3	1,4924	1,4888	1,4881
4	3,80	25,7	1,4925	1,4889	1,4882
5	4,44	22,5	1,4925	1,4889	1,4882
6	7,09	18,1	1,4929	1,4895	1,4887
7	7,24	19,1	1,4929	1,4895	1,4887
8	8,30	16,9	1,4930	1,4897	1,4889

En los resultados mostrados en el cuadro 1, se puede observar que se estudiaron crudos con porcentajes de asfaltenos entre 1,01 y 8,30%, con gravedades API entre 16,9 y 38,8. Según la clasificación estándar de la API (ASTM D1250-04) las muestras se pueden clasificar como crudos pesados (10,0 – 19,9 API), medianos (20,0 – 29,9 API) y livianos (30,0 – 39,9 API), en base a esto y a los datos del cuadro 1, existen en la muestra un 50,0% de crudos medianos, 37,5% de crudos pesados y 12,5% de crudos livianos. Observando las aparentes relaciones entre las variables, el %ASF presenta una relación de proporcionalidad directa con el IR a todas las temperaturas. Siendo el IR, una relación entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz al atravesar la muestra (Luetich, 2002), un aumento en el IR se debe a una disminución de la velocidad de la luz que atraviesa la muestra, consecuencia de que una mayor cantidad de asfaltenos, dificulta el paso de la luz. De acuerdo a lo anterior, se realizó un análisis de regresión para determinar la relación entre estas variables, mostrándose los resultados en el cuadro 2 para la temperatura de 30 °C.

Cuadro 2. Valores de coeficientes de correlación para la relación entre %ASF e IR

Modelo	R <sup>2</sup>
Lineal	0,992
Exponencial	0,992
Logarítmico	0,912

Cuadrático	0,996
Potencial	0,912

Como se puede observar en el cuadro 2, existe una relación muy fuerte para todos los modelos, siendo los que presentan los mayores valores de coeficiente de determinación los modelos lineales, exponencial y cuadrático, definiendo todos ellos la variabilidad de %ASF en más de 99,00%, obteniéndose el mismo resultado para todas las temperaturas.

Respecto a la relación entre el %ASF y la API no se observa en primer instancia una tendencia, ya que la gravedad API es una unidad de densidad y esta propiedad no es dependiente únicamente del porcentaje de asfaltenos, por ejemplo las muestras 2 y 3 tienen gravedades API de 23,3 y 24,3, esperándose que la muestra 2 por ser más pesada tuviese mayor porcentaje de asfaltenos, sin embargo presenta un valor de 4,04% el cual es menor que el de la muestra 3 que es menos pesada (4,21%). Aun cuando no se observa una relación aparente entre el %ASF y la gravedad API, se realizó un análisis de regresión obteniéndose los coeficientes de determinación para varios modelos como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Valores de coeficientes de correlación para la relación entre %ASF y API

Modelo	R <sup>2</sup>
Lineal	0,896
Exponencial	0,870
Logarítmico	0,695
Cuadrático	0,926
Potencial	0,636

Como se observa en el cuadro 3, existe una correlación de fuerte a muy fuerte entre las variables %ASF y API para los modelos lineal, exponencial y cuadrático, siendo este último el modelo que mejor se ajustó definiendo la variabilidad de %ASF en un 92,6%, seleccionándose los mismos como referencia para el desarrollo del modelo que relaciona las tres variables en estudio.

### Propuestas de modelos matemáticos de %ASF como función de T, IR y API

De acuerdo a lo obtenido en el análisis individual de cada una a las variables, se propusieron cinco (5) modelos matemáticos, mostrados en el cuadro 4.

Cuadro 4. Modelos matemáticos propuestos para la relación  $\%ASF = f(API, T, IR)$

Modelo	Descripción	Ecuación
1	Lineal múltiple	$\%ASF = A + B \cdot T + C \cdot API + C \cdot IR$
2	Lineal - Cuadrático	$\%ASF = (A + B \cdot T)(C + D \cdot API)(E \cdot IR^2 + F \cdot IR + G)$

3	Exponencial - Cuadrático	$\%ASF=(A+B*T)(C*e^{D*API})*(E*IR^2 + F*IR + G)$
4	Exponencial – Lineal	$\%ASF=(A*e^{B*API})(C + D*IR)(E+F*T)$
5	Cuadrático - Cuadrático	$\%ASF=(A*API^2+B*API+C)(D*IR^2 + E*IR + F)(G*T^2+H*T+I)$

A través del programa estadístico STATGRAPHICS PLUS 5.1, se obtuvieron los coeficientes de cada ecuación y su respectivo análisis estadístico:

### Modelo 1: Lineal múltiple

El modelo ajustado fue el siguiente

$$\%ASF = -964,004 + 0,355443T - 0,285407API + 646,694IR \quad (1)$$

Este modelo presentó un coeficiente de determinación  $R^2$  de 0,8862, lo que indica que el modelo explica un 88,62% de la variabilidad en %ASF, observándose una correlación fuerte entre las variables.

### Modelo 2: Lineal – Lineal - Cuadrático

El modelo ajustado fue el siguiente

$$\%ASF= (7,85657 + 0,00977424T)(10,9981 - 0,280103API)(0,0930153IR^2 + 0,0258939IR - 0,105662) \quad (2)$$

Este modelo presentó un coeficiente de determinación  $R^2$  de 0,8644 (correlación fuerte), lo que indica que el modelo explica un 86,44% de la variabilidad en %ASF.

### Modelo 3: Lineal - Exponencial – Cuadrático

El modelo ajustado fue el siguiente

$$\%ASF = (44,1618 + 0,0233255T)[0,33536e^{(-0,0976151 API)}](0,711428IR^2 + 0,634931IR + 0,335433) \quad (3)$$

Este modelo presentó un coeficiente de determinación  $R^2$  de 0,9800, lo que indica una correlación muy fuerte entre las variables y que el modelo explica un 98,00% de la variabilidad en %ASF.

### Modelo 4: Exponencial – Lineal - Lineal

El modelo ajustado fue el siguiente

$$\%ASF = 0,436268e^{(-0,097647 API)}[(0,31421 + 1,47057 * IR)(39,0423 + 0,0124541T) \quad (4)$$

Este modelo presentó un coeficiente de determinación  $R^2$  de 0,9799, lo que indica que el modelo explica un 97,99% de la variabilidad en %ASF. Este modelo presentó correlación muy fuerte entre las variables.

**Modelo 5: Cuadrático – Cuadrático - Cuadrático**

El modelo ajustado fue el siguiente

$$\%ASF = (-0,000618906T^2 + 0,351396T + 96,5886)(0,00861309API^2 - 0,650928API + 12,8359)(0,0337815IR^2 - 0,0020506IR - 0,0543144) \quad (5)$$

Este modelo presentó un coeficiente de determinación  $R^2$  de 0,9780, lo que indica que el modelo explica un 97,80% de la variabilidad en %ASF, siendo esta una correlación muy fuerte.

De acuerdo a los resultados se tiene que los modelos 3, 4 y 5 presentan una correlación muy fuerte entre las variables superando el 97,00% de ajuste y los modelos 1 y 2 presentan una correlación fuerte entre las variables con ajustes entre 80 y 90%.

**Validación de los modelos propuestos**

En el cuadro 5, se muestran los resultados de los %ASF estimados por cada uno de los modelos, los cuales se compararon con los valores obtenidos experimentalmente para la temperatura de 30 °C. Se toma esta temperatura como ejemplo ya que los valores fueron los mismos con las demás temperaturas (35 y 38 °C)

Cuadro 5. Valores de %ASF estimados por los modelos propuestos para 30 °C

IR	%ASF	API	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
1,4919	1,01	38,8	0,39	0,15	0,98	0,98	1,04
1,4924	4,04	23,3	5,13	5,11	4,44	4,43	4,47
1,4924	4,21	24,3	4,85	4,79	4,02	4,02	4,00
1,4925	3,80	25,7	4,51	4,34	3,51	3,51	3,42
1,4925	4,44	22,5	5,43	5,36	4,80	4,79	4,86
1,4929	7,09	18,1	6,94	6,78	7,38	7,37	7,40
1,4929	7,24	19,1	6,66	6,46	6,69	6,68	6,77
1,4930	8,30	16,9	7,35	7,16	8,29	8,29	8,21

Para poder definir cuál de los modelos se ajustó mejor a los valores experimentales se calcularon, a partir de los valores estimados por cada una de las ecuaciones, los errores relativos porcentuales, los cuales se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Errores Relativos calculados para cada modelo respecto a los valores experimentales

Modelo 1	Modelo2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
61,39	85,15	2,97	2,97	2,97
26,98	26,49	9,90	9,65	10,64
15,20	13,78	4,51	4,51	4,99

18,68	14,21	7,63	7,63	10,00
22,30	20,72	8,11	7,88	9,46
2,12	4,37	4,09	3,95	4,37
8,01	10,77	7,60	7,73	6,49
11,45	13,73	0,12	0,12	1,08
20,77	23,65	5,62	5,56	6,25

En la tabla anterior se muestran los ERP calculados y se observa que los modelos 3, 4 y 5 poseen  $ERP \leq 10\%$  con lo que se podría deducir que uno de ellos sería el modelo a seleccionar, pero dado que los porcentajes de error están muy próximos se decidió realizar un análisis estadístico basado en el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD) para establecer si los ERP son estadísticamente iguales con un nivel de confianza de 95%. Los resultados del LSD se muestran en el cuadro 7 en la que se identifica un (1) solo grupo homogéneo según la alineación del signo X en la columna. Dentro de cada columna, los niveles que tienen signo X forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas. Lo anterior indica que los modelos 3, 4 y 5 poseen ERP que son estadísticamente iguales con un nivel de confianza de 95%.

Cuadro 7. Resultados del procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD) para las medias de los ERP de los modelo 3, 4 y 5

Método: 95,0 porcentaje LSD = 3,447			
Muestra	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Muestra 3	8	5,62	X
Muestra 4	8	5,56	X
Muestra 5	8	6,25	X

El cálculo de los ERP para las temperaturas de 35 y 38 °C arrojaron resultados estadísticamente iguales a los de 30 °C (cuadro 8), por eso para la validación externa sólo se tomó en cuenta esta temperatura.

Cuadro 8. Errores relativos porcentuales para las temperaturas de 35 y 38 °C

	ERP	
	35 °C	38 °C
Modelo 1	24,54	20,87
Modelo 2	23,61	23,67
Modelo 3	5,64	5,63
Modelo 4	5,63	5,61
Modelo 5	6,12	6,16

Este análisis llevó a que se tomaran en cuenta los modelos 3, 4 y 5 para realizar la validación con las 8 muestras extras y así seleccionar el modelo definitivo, Los resultados de esta validación se muestran en el cuadro 9.

Cuadro 9. Resultados de la validación de los modelos seleccionados

IR	%ASF	API	Modelo 3	ERP 3	Modelo 4	ERP 4	Modelo 5	ERP 5
1,4923	2,73	28,7	2,62	4,06	2,62	4,14	2,38	12,95
1,4925	2,81	28,2	2,75	2,11	2,75	2,20	2,53	9,89
1,4925	2,68	28,7	2,62	2,25	2,62	2,34	2,38	11,23
1,4925	2,85	28,4	2,70	5,35	2,69	5,44	2,47	13,34
1,4926	3,66	25,5	3,58	2,17	3,58	2,26	3,50	4,28
1,4928	11,23	14,4	10,58	5,76	10,58	5,82	10,02	10,82
1,4928	8,82	16,6	8,54	3,20	8,53	3,27	8,40	4,72
1,4928	10,3	15,4	9,60	6,81	9,59	6,87	9,26	10,07
Promedio				3,97		4,04		9,66

Como se observa en el cuadro 9, al igual que en el caso anterior el modelo 3 fue el que mejor se ajustó a los valores experimentales con un ERP de 3,97% (< 5%). Un análisis por LSD, similar al que se realizó anteriormente a los resultados de los 3 mejores modelos, mostró que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los valores de ERP para los modelos 3 y 4, por lo que cualquiera de los dos modelos podría ser utilizado para la estimación del porcentaje de asfaltenos, pero tomando en cuenta la relación no lineal entre %ASF e IR (Lucca y Fernández, 2005) se decidió seleccionar el modelo 3 (Lineal - Exponencial – Cuadrático).

## CONCLUSIONES

El modelo que mejor correlaciona las cuatro variables en estudio es el Lineal-Exponencial-Cuadrático con un porcentaje de error relativo promedio menor a 10% y un coeficiente de determinación que define la variabilidad del porcentaje de asfaltenos en un 98,00%.

El modelo matemático seleccionado es aplicable a muestras de petróleo crudo con gravedades API entre 14,0 y 38,8 y porcentajes de asfaltenos entre 1,01 y 11,20% con un error relativo promedio de  $\pm 3,97\%$ .

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAYÓN, M, 2004. *Asfaltenos. Ocurrencia y Floculación*. Documento en Línea. Disponible en: [http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S369PP\\_Asfaltenos.pdf](http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S369PP_Asfaltenos.pdf)
- ASTM D1218 – 02. 2002. *Standard Test Method for Refractive Index and Refractive Dispersion of Hydrocarbon Liquids*. ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA, 19428-2959 USA.
- ASTM D1250-04, 2004. *Standard Guide for Use of the Petroleum Measurement Tables*. ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA, 19428-2959 USA
- ASTM D287 – 92, 2006. *Standard Test Method for API Gravity of Crude Petroleum and Petroleum Products (Hydrometer Method)*. ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA, 19428-2959 USA

ASTM D6560 – 00. 2005. *Standard Test Method for Determination of Asphaltenes (Heptane Insolubles) in Crude Petroleum and Petroleum Products*. ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA, 19428-2959 USA.

BRIAN K. W and WILLIAM T. W. 1998. *Determination of Asphaltenes in Petroleum Crude Oils by Fourier Transform Infrared Spectroscopy*. Energy Fuels, 12 (5), pp 1008–1012.

GARCÍA, C. y MORENO, S. 2005. *Diseño de un equipo para la medición de la precipitación de asfaltenos y la evaluación de productos químicos inhibidores/dispersantes bajo condiciones de operación*. Trabajo de Grado Ingeniería de Petróleo. Universidad de Oriente Núcleo de Monagas. Maturín, Monagas, Venezuela.

LUCCA J. y FERNÁNDEZ T. 2005. *Evaluación de la factibilidad de la aplicación del método de refractometría para cuantificar asfaltenos*. Trabajo de Grado Ingeniería de Petróleo. Universidad de Oriente Núcleo de Monagas. Maturín, Monagas, Venezuela.

LUETICH, J. 2002. *Ley de Snell, formalización de Descartes y principio de Fermat*. Documento en Línea. Disponible en: <http://www.luventicus.org/articulos/02A033/>

MANSOORI, G.A. 1997. *Modeling and prevention of asphaltene and other heavy organic deposition in oil wells*. Journal of Petroleum Science and Engineering 17(1-2):101-111.

MIRSAYAPOVA, L.I. and KNYAZEVA, T. N. 1976. *Rapid method of determination of asphaltene content in petroleum crudes and products*. Chemistry and Technology of Fuels and Oils, 12: 805-807.

ZERLIAA, T and PINELLIA, G. 1992. *Asphaltenes determination in heavy petroleum products by partial least squares analysis of u.v. data*. Fuel, 71(5): 559-563.

# RITIUDO

Año I – Vol. 1 - 2012

Depósito Legal: ppl201202MO4115

ISSN:

<http://riti.udo.edu.ve>

**Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas**  
**Centro de Investigación de Ingeniería de Sistemas**  
**Maturín, Monagas – Venezuela**

## **Editora Jefa**

*Ing. (Msc.) Yamila Gascón*

## **Editores Asociados**

*Ing. Jesús Otahola*

*Ing. (Esp) Ana V. Marcano*

*Ing. (Msc) Beatriz Pérez*

*Lcda. (Dra) Auristela Malavé*

## **Consejeros Asesores**

*Ing. (Msc.) Víctor Otahola*

*Ing. (Msc.) Jesús Méndez*

## **Consejo de Árbitros Nacionales**

*Ana Muñoz / Universidad Politécnica Territorial de Mérida UPTMKB*  
*/ CEMISID ULA. Mérida, Mérida*

*Auristela Malave / Universidad de Oriente, Monagas*

*Beatriz Peréz / Universidad de Oriente, Monagas*

*Eugenia Astudillo / Universidad de Oriente, Monagas*

*Francisco Longoria / Universidad de Oriente, Monagas*

*Jesús Chaparro / Universidad de Oriente, Monagas*

*Jerry Balebona / Instituto Univ. de Tecnología Cumaná, Sucre*

*Juan Oliveira / Universidad de Oriente, Monagas*

*Roberto Saetone / Instituto Univ. de Tecnología Cumaná, Sucre*

## **Equipo de Técnico**

*Ing. Jesús Chaparro / T.S.U. Freddy González*

## **Diseño Gráfico**

*T.S.U. Freddy González*

## **Colaboradores:**

Consejo de Investigación – UDO Monagas

Delegación de Teleinformática – UDO Monagas

Centro de Computación – UDO Monagas

## **Contacto RITIUDO:**

Centro de Investigación de Ingeniería de Sistemas (CIIS)

Departamento de Ingeniería de Sistemas (DIS) Universidad de Oriente

– Núcleo de Monagas Campus Juanico – Urb. Juanico Maturín – Edo.

Monagas Codigo Postal 6201 – Venezuela

+58(291)- 6415404 / +58(416)-5438339 / +58(424)-9378201

[ritiudo@udo.edu.ve](mailto:ritiudo@udo.edu.ve)

*RITIUDO es una revista digital de emisión anual arbitrada de divulgación científica sobre todas las áreas de ingeniería y gestión científica en tecnológicas e innovación, editada por el Centro de Investigación de Ingeniería de Sistemas (CIIS) del Departamento de Ingeniería de Sistemas (DIS) de la Universidad de Oriente – Núcleo de Monagas. La misma tiene como objetivos la difusión y el intercambio de los productos de investigación universitaria que se desarrollan en el ámbito regional, nacional o internacional. Pretende además ofrecer un espacio para el intercambio entre las diferentes áreas del saber dentro de la Universidad y fuera de ella con el objeto de consolidar y ampliar las líneas de investigación; atendiendo la demanda de los investigadores de la Universidad de Oriente, así como los estudiantes de los diferentes postgrados que oferta la UDO.*