UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Informática

DESARROLLO DE UN SISTEMA OLTP PARA GESTIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES BAJO EL ESTÁNDAR DE CALIDAD TL9000 PARA ALCATEL-LUCENT REGIÓN CARIBE Y LATINOAMÉRICA.

TRABAJO INSTRUMENTAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO EN INFORMÁTICA

REALIZADO POR: Pardo Yépez, Joana Elena

TUTOR EMPRESARIAL: León, Juan

TUTOR ACADEMICO: Peña, Quinorbis

FECHA: Julio, 2014

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: VEINTE (20)

JURADO EXAMINADOR

Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	QUIANNBIS PEÑA	Nombre:	JACINTO FONG	Nombre:	GLORIA TARRIZO V.

REALIZADO POR

TUTOR EMPRESARIAL

TUTOR ACADÉMICO

FECHA

DEDICATORIA

Este TIG se lo dedico a mi madre por explicarme, alentarme y ayudarme académicamente en este recorrido. Este logro es tuyo mamaca.

A mis tíos-padrinos Germanda y Vicente, a quienes considero mis segundos padres, por siempre apoyarme y consentirme, ustedes representan una gran inspiración en mi vida, apoyo y un gran ejemplo a seguir.
A mi hermano José Alejandro Mendoza por enseñarme y ayudarme con vivos ejemplos la mejor forma de salir adelante y quien sin planearlo me hizo entender el valor de la vida y la amistad. Siempre te tendré presente Lion.
A la Ing. Gabriela Guevara, por acompañarme en las buenas y en las malas al mejor estilo de "Cha Cha Chop!" y de "Trets Bits".

A mi mejor compañero, Tritón por estar conmigo en las buenas y malas de esta última etapa.

Y por último pero no menos importante, al equipo de CCR transmisión línea 2, Hector, Jacque, José, Rome, Carlos, Milton, Alejo y Nestor, quienes en muy poco tiempo y bajo el *slogan* "Be More_" me acompañaron entre risas y llantos, es por eso que quiero agradecer tanta atención, amistad y sobretodo confianza.

AGRADECIMIENTOS

Sonó el silbato más esperado de mi vida, llegó para poner fin al juego más importante de mi historia. Fui titular, jugué los 90 minutos más el descuento, despidiéndome de mi casa de estudio con 3 puntos, los tacos llenos de recuerdos y las rodillas de cicatrices, que muestran cada caída, cada levantada y sobretodo aprendizaje.

Pero como en el futbol, aunque brillemos solos, los logros se deben a un grupo sin el cual no hubiese sido posible levantar la copa. Por ellos quiero iniciar mis agradecimientos con el director técnico de esto que llamamos familia, Trina Yépez, por ser padre y madre, por enseñarme desde las canteras que en la vida los obstáculos están puestos por nosotros mismos, ella quien lo dejó todo en el gramado para hacerme feliz.

Mi preparador físico y tutora, la profesora Quinorbis Peña, por aceptar el compromiso de acompañarme en este proceso de aprendizaje y que con sus valiosos conocimientos y apoyo estimularon la culminación del TIG. Así como también a mis supervisores, Elizabeth Arrieche, Carmen García, José López y Juan León, a quienes agradezco su confianza, sugerencias, y aportes técnicos que contribuyeron significativamente al desarrollo de este proyecto.

No puede faltar mi equipo campeón. Una línea defensiva de 4 estrellas, GabaMia, Luis, Arleska, Solsire. La dupla de contenciones para la historia Andrea, Maritza y los mejores volantes creativos Vanessa, DanyT e Israel, que entre risas y lágrimas me acompañaron para hacerme vivir los mejores momentos. Gracias, por ser psicólogos, amigos, payasos y la mejor motivación de este nueve goleador.

Sin ustedes, no podría haber logrado este sueño y tengan por seguro que donde quiera que vaya, todos irán conmigo, en el corazón, a levantar la copa.

Joana E. Pardo Yépez.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA ii

AGRADECIMIENTOS iii

TABLA DE CONTENIDO iv

ÍNDICE DE FIGURAS vi

ÍNDICE DE TABLAS vii

SINOPSIS viii

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I: PROBLEMATICA 4

I.1. Necesidades de la empresa 4

I.3. Objetivo general 7

I.4. Objetivos específicos 7

I.5 Alcance 8

I.6 Limitaciones 10

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 12

II.1 Sistemas de Información 12

II.2 OLTP 13

II.3 Gestión de la Calidad 14

II.3.1 ISO9000 15

II.3.2 TL9000 16

II.4 Recursos 17

II.4.1 Ruby 17

II.4.2 Python 18

II.4.3 PHP 19

II.4.4 MySQL 19

II.4.5 MySQL Workbench 20

II.4.6 Apache 21

II.4.7 HTML 21
II.5 Arquitectura Cliente-Servidor 22
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO 25
III.1 Metodología Incremental Iterativa 25
III.1.1 Análisis 28
III.1.2 Diseño 28
III.1.3 Código 28
III.1.4 Prueba 29
CAPÍTULO IV: DESARROLLO 30
IV.1 Primera Iteración 31
IV.1.1 Rediseño del proceso de Gestión de Servicios 32
IV.1.2 Diseño General del Sistema 34
IV.1.3 Selección de Tecnologías 37
IV.4 Cuarta Iteración 53
IV.5 Quinta Iteración 54
IV.6 Sexta Iteración 56
CAPÍTULO V: RESULTADOS 58
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 66
VI.1 Conclusiones 66
VI.2 Recomendaciones 67
BIBLIOGRAFÍA 69

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Arquitectura Cliente-Servidor. 24

Ilustración 2: Ciclo de desarrollo modelo incremental-iterativo. 26

Ilustración 3: Esquema de desarrollo incremental-iterativo. 27

Ilustración 4: Diagrama de Casos de Uso general del Sistema. 47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Planificación de iteraciones para el desarrollo del sistema. 30

Tabla 2: Parámetros utilizados para la selección de lenguajes. 38

Tabla 3: Escala de Valores. 39

Tabla 4: Valoración de parámetros para cada Lenguaje seleccionado. 45

SINOPSIS

El presente Trabajo Instrumental de Grado tiene como objetivo el desarrollo de una herramienta **OLTP para Gestión de Servicios de Telecomunicaciones bajo el estándar de calidad TL9000 para Alcatel-Lucent, para la región de Caribe y Latinoamérica**. La función de dicha herramienta es apoyar la gestión de desarrollo de proyectos de la empresa, permitiendo calcular, acceder y disponer de forma automatizada de las métricas de calidad TL9000 para cada gerencia involucrada. Con esta herramienta, la empresa busca reducir los tiempos de respuesta para la obtención de datos, disponer de la certificación TL9000 y contar con procesos homologados y centralizados para el manejo de la información. Para el desarrollo del sistema, se empleó la Metodología Incremental Iterativa, con una planificación de seis (6) iteraciones realizadas en seis (6) etapas: Análisis, Diseño, Código, Prueba, Integración y Operación. La herramienta opera bajo una arquitectura cliente servidor, utiliza el lenguaje de programación PHP, versión 5.4.10, MySQL como manejador de base de datos bajo la administración de PHPMyAdmin en su versión 4.0.9 y el servidor HTTP de código abierto APACHE, versión 2.4.4. Como resultado de este trabajo, se obtuvo una herramienta automatizada para la gestión de servicios de telecomunicaciones de la empresa Alcatel-Lucent bajo el estándar de calidad TL9000, el cual cumple con los parámetros de calidad, mantenibilidad y usabilidad requeridos como producto de software.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las empresas del sector de las telecomunicaciones viven en constante lucha por sobresalir y promover una competencia entre las empresas de cada sector industrial, es por ello que muchas de las organizaciones han optado por implantar sistemas de gestión de calidad, como el de la ISO 9000. En las últimas décadas esta gestión ha tomado un mayor impulso con la aplicación de los sistemas de gestión de calidad total, aplicando modelos capaces de determinar diferentes bases, logrando una excelencia en la calidad de Estándares y Tecnología a nivel mundial.

Actualmente y a pesar de los tiempos, en nuestro país, el sector de Telecomunicaciones ha tenido un gran desarrollo en cuanto a servicios, por lo que se hace necesario el uso de las herramientas de calidad, para promover la competencia dentro de las organizaciones, con la única finalidad de mantenerse en alto, prolongando la mejora en el desempeño de las mismas a futuro.

En el presente Trabajo Instrumental de Grado se definieron los procesos para lograr con éxito los objetivos y alcances propuestos para el desarrollo de un sistema para la empresa Alcatel-Lucent; dicho sistema se encargará de gestionar los servicios que se realizan de forma manual para la completa

ejecución de los proyectos existentes, haciendo uso de la metodología Incremental Iterativa.

Dado que la empresa busca mejorar los servicios prestados a sus clientes, así como la certificación de calidad TL9000, se propone a Alcatel-Lucent una solución que permita automatizar la gestión de servicios y complementos de actividades manuales correspondientes a los proyectos antes mencionados; así mismo, la generación de reportes correspondientes a la culminación de actividades y obtención de métricas TL9000.

De acuerdo a lo antes señalado y con la intención de adentrar al lector en el tema, este informe se estructura siguiendo las pautas del formato estipulado por la Escuela de Informática de la UCAB y se agrupa en seis (6) capítulos, según se explica a continuación:

El Capítulo I: Problemática, está conformado por las necesidades de la empresa y el planteamiento de la problemática que dio origen a este TIG, de igual manera se muestra la solución propuesta a dicha problemática. Este capítulo también abarca el objetivo general, los objetivos específicos alcanzados y por último se exponen el alcance y las limitaciones identificadas.

El Capítulo II, corresponde al Marco Teórico, en este capítulo se detallan todas las definiciones teóricas y conceptos aplicados durante el desarrollo del sistema objeto de este trabajo.

En el Capítulo III, llamado Metodología, se describe y justifica la metodología aplicada, incluyendo los pasos generales y marco de referencia que guiaron el desarrollo de este TIG.

En el Capítulo IV, Desarrollo, se describen las actividades realizadas en detalle en cada una de las fases propuestas por la metodología seleccionada para cubrir los objetivos generales y específicos de este proyecto.

En el Capítulo V: Resultados, se incluyen los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos específicos planteados.

Por último en el **Capítulo VI**, se presentan las Conclusiones y Recomendaciones emanadas del desarrollo de toda la investigación realizada. También se incluye en apéndices documentos importantes de referencia, elaborados durante el desarrollo del proyecto y que soportan el desarrollo y los resultados obtenidos en este proyecto.

CAPÍTULO I: PROBLEMATICA

El objetivo de este capítulo es proporcionar una descripción detallada acerca de las necesidades de la empresa sobre las cuales se desenvuelve el proyecto. Este capítulo abarca el planteamiento del problema y su solución, así como también el objetivo general, los objetivos específicos logrados, aportes, alcances, posibles riesgos y su respectiva justificación.

I.1. Necesidades de la empresa

La empresa Alcatel-Lucent hoy en día está a la vanguardia de las comunicaciones globales. Como empresa ofrece productos e innovaciones en IP y redes de nube, así como el acceso de banda ultra ancha fija e inalámbrica, sirviendo a los proveedores de servicios y sus clientes, así como a empresas e instituciones de todo el mundo.

Actualmente, Alcatel-Lucent no dispone de una herramienta automatizada capaz de calcular y disponer de forma centralizada, de las métricas TL9000 correspondientes a los servicios que presta a sus diferentes clientes en la región Caribe y Latinoamérica (CALA). Dicha situación ha ocasionado que algunos países de la región [1] hayan perdido la certificación TL9000.

[1] El sistema de gestión de calidad TL9000 es un modelo de mejores prácticas en la relación de cliente-proveedor, y representa un modelo de excelencia en la calidad para la industria de Telecomunicaciones. (QuEST Forum, 2003). Ver Capítulo II.

La TL9000 es la Norma capaz de definir los requisitos y métricas comunes de los sistemas de gestión de la calidad en el sector de las telecomunicaciones. El certificado TL9000 avala que una compañía, a través de su Sistema de Gestión de la Calidad cumple con las exigencias contempladas en la misma.

No disponer de la certificación TL9000 incurre en limitaciones para la firma o adjudicación de nuevos contratos con aquellos clientes que exigen como prerrequisito que las compañías participantes en sus procesos de licitación, se encuentren certificadas, como indicativo de que sus procesos se adaptan a las normas de calidad establecidas para el sector.

Los registros de métricas de calidad TL9000 disponibles en la empresa en la actualidad, son obtenidos de forma manual por cada departamento encargado de prestar los distintos servicios, empleando en la mayoría de los casos hojas de cálculo de MS Excel; esto no les permite contar con procesos homologados y centralizados para el manejo de datos y su integración en la generación de información, lo cual imposibilita alcanzar los objetivos mínimos evaluados en las auditorias de calidad a la que son sometidos los servicios, en cuanto a: control, adecuado registro, documentación, almacenamiento, seguridad y confiabilidad de la información recabada.

I.2. Solución propuesta

Como respuesta a esta problemática, se planteó como TIG, el Desarrollo de un sistema OLTP para gestión de servicios de telecomunicaciones bajo el

estándar de calidad TL9000 para Alcatel-Lucent Región Caribe y Latinoamérica.

El trabajo consistió en elaborar un sistema para facilitar las transacciones en línea y desde cualquier localidad, a través del cual se puedan obtener los datos de las operaciones realizadas en campo por los trabajadores de la empresa, y que servirán de insumo para el cálculo y generación de las métricas de calidad TL9000 de los servicios, requeridas por cada una de las gerencias involucradas (Ingeniería, Operaciones y Mantenimiento e Instalaciones). El sistema permitirá que Alcatel-Lucent disponga de registros confiables, almacenados y controlados de acuerdo a los objetivos establecidos en la Norma TL9000.

Con la herramienta desarrollada también es posible llevar un control de los servicios ejecutados por la empresa en tiempo real, por cada uno de los departamentos involucrados, los cuales podrán llevar el seguimiento al cumplimiento de actividades realizadas por sus empleados, mantener un historial de reportes para el seguimiento de los proyectos y del estatus del compromiso asignado hasta la aprobación del proyecto por parte del cliente y culminación total de las obligaciones.

De igual manera, se contempla la carga masiva de archivos dentro del sistema, debido a que se requiere la creación de múltiples servicios, proceso indispensable para mejorar los tiempos de respuestas y resultados que se

obtienen al procesar la data y emitir los cálculos necesarios para generar las métricas de calidad. Todo esto se debe realizar de forma estandarizada considerando los requerimientos de cada departamento.

Todos los puntos mencionados anteriormente, se plantearon como solución a la problemática que presentaba la empresa, logrando estandarizar los procesos de gestión de datos llevados a cabo por los diferentes departamentos a cargo de la prestación de servicios, por lo cual se ofrece además, el rediseño completo del proceso; la solución de sistemas desarrollada será una herramienta amigable, capaz de adecuar su funcionamiento a las necesidades actuales y de facilitar las transacciones para la obtención de datos por parte de cada una de las gerencias, evitando discordancia de datos en los resultados obtenidos, y brindando una solución completa y eficiente a la empresa Alcatel-Lucent.

I.3. Objetivo general

Desarrollar un sistema OLTP para integrar información de gestión de servicios de telecomunicaciones, con facilidades de acceso remoto y que permita generar métricas de calidad bajo el estándar la norma TL9000, para la empresa Alcatel-Lucent en la región de Caribe y Latinoamérica (CALA).

I.4. Objetivos específicos

1. Evaluar las distintas tecnologías y plataformas que se pueden utilizar para desarrollar e implementar la solución del problema, según

requerimientos establecidos y considerando los estándares de automatización de la empresa.

2. Diseñar y desarrollar el subsistema de gestión de reportes para dar cumplimiento a los requerimientos de la norma TL9000.
3. Diseñar y desarrollar la gestión de carga masiva para la carga y creación de servicios del sistema OLTP.
4. Diseñar e implementar el modelo de la seguridad de acceso de los usuarios al sistema OLTP.
5. Diseñar y desarrollar la sincronización de los procesos de acceso y actualización concurrente de la data, por parte de las diferentes áreas de gestión de proyectos de la empresa.
6. Rediseñar el proceso de gestión de servicios y requerimientos de los diferentes departamentos, incorporando criterios de estandarización y eficiencia.
7. Implementar la solución del sistema diseñado, a nivel de todos los departamentos que intervienen en la gestión de proyectos, incluyendo un esquema de documentación orientada a entorno web.

I.5 Alcance

Para Alcatel-Lucent, integrar la información de gestión de los servicios de telecomunicaciones llevados a cabo por la empresa es de vital importancia, además de requerir la facilidad de acceso remoto a esta información, por esta razón, la solución de sistemas planteada estandariza el proceso de

gestión de servicios empleado en los diferentes departamentos de la empresa (Operaciones y Mantenimiento, Ingeniería e Instalaciones), permitiendo ingresar los datos referentes a los diferentes proyectos de manera remota, y llevar a cabo el proceso requerido para calcular y generar las métricas de calidad bajo la norma TL9000.

El sistema se plantea en dos capas, capa cliente y capa servidor las cuales están conformadas según se explica a continuación:

La capa cliente cuenta con:

1. La interfaz gráfica del sistema.
2. La manipulación de actividades necesarias por parte de los empleados para cargar los datos a manejar en el sistema.
3. El subsistema de sincronización de la información para permitir la ejecución concurrente de los diferentes procesos por parte del cliente.

En la capa servidor residen los datos del sistema y es la encargada de acceder a los mismos, por esta razón la capa servidor contiene lo siguiente:

1. La Base de datos, incluyendo diseño entre tablas, relaciones, columnas y propiedades de las mismas.
2. El subsistema de seguridad de acceso de usuarios.
3. El proceso de inserción, modificación, consulta y borrado de datos.

I.6 Limitaciones

Existen diversas limitaciones que se tomaron en cuenta al momento de desarrollar la herramienta, entre ellas se pueden detallar las siguientes:

El levantamiento de información durante el desarrollo de la herramienta dependió netamente de la disponibilidad de tiempo, recursos y normativa de confidencialidad de la empresa en suministrar los datos pertinentes al proyecto para cubrir la problemática y hacer posible el despliegue exitoso de la herramienta, con lo cual se produjeron tiempos de retraso, que ocasionaron cambios en la fecha de entrega final de la herramienta.

Para la transmisión de datos se requirió la utilización de un servidor físico, donde será instalada la herramienta, el mismo debe ser otorgado por la empresa según los requerimientos ya discutidos. El desarrollo del proyecto se vio afectado debido al tiempo de espera por el servidor, razón por la cual se excede de los tiempos ya calculados para la finalización de la aplicación y/o instalación final.

I.7 Justificación

Alcatel-Lucent actualmente busca mejorar la eficiencia que ofrece a sus clientes, es por esta razón que con el desarrollo de herramientas como la que se explica en este tomo, se pretende adaptar los diferentes procesos a las normas de calidad TL9000 establecidas para el sector, evitando así una serie de limitaciones y capturar el interés de mayor cantidad de clientes.

Con el desarrollo de este sistema, Alcatel-Lucent puede homologar y centralizar los procesos actuales realizados en la compañía, esto con la finalidad de aumentar la eficiencia de los trabajos realizados y mejorar la productividad de la empresa en la Región de CALA. Esto será posible, dado que con la utilización de esta herramienta, se automatizan las tareas y se mejoran los procedimientos de manejo de la data asociada al proceso.

Adicionalmente, el sistema garantizará la posibilidad de conexión remota y actualización de la data en tiempo real y desde diferentes equipos, así como también, la mejora en los tiempos de respuesta, facilidades desconocidas hasta los momentos por los empleados, con lo cual, se ofrece, mayor comodidad, eficiencia y calidad en los periodos de desarrollo de los proyectos y en las actividades de gestión de servicios.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de este TIG se requirió adquirir conocimientos acerca de teorías y conceptos relacionados con el problema planteado. Es por ello que el presente capitulo hace referencia a los aspectos teóricos y conceptuales que permitieron desarrollar el proyecto, con énfasis en las áreas de gestión comercial y las tecnologías aplicadas para la construcción de esta solución informática.

Con la finalidad de comprender las operaciones de la empresa Alcatel-Lucent, fue necesaria la definición de algunos aspectos correspondientes al área de telecomunicaciones y gestión de calidad, esto debido a que constituyen parte necesaria para cumplir con los objetivos de este proyecto.

II.1 Sistemas de Información

Al hablar de sistemas de información, se hace referencia al conjunto de elementos organizados para realizar un objetivo predefinido procesando información, haciendo uso de elementos de software, hardware, usuarios u operadores de software y hardware, documentación y procedimientos. (Pressman, Roger. 2002). Todos estos elementos interactúan para procesar datos y dar lugar a una información completa y elaborada, capaz de distribuirse de la manera más adecuada en una determinada organización. (Laudon, Jane y Kenneth. 2006).

En la empresa Alcatel-Lucent, donde será abordado el presente trabajo, se distinguen diferentes sistemas de información en la jerarquía organizacional, los cuales se interrelacionan para cubrir las necesidades de información en cada nivel e instancia de la organización; dichas necesidades alcanzan los niveles operacionales, donde sistemas de tipo OLTP son requeridos para el registro y manejo de datos de las actividades de la empresa, realizadas en ubicaciones físicas distantes; con la implementación de estos sistemas, será posible obtener información útil para apoyar la toma de decisiones efectivas y oportunas para el buen curso del negocio.

II.2 OLTP

OLTP, son las siglas en ingles de Procesamiento de Transacciones en línea (OnLine Transaction Processing), se trata de un tipo de sistema de información que permite la administración y gestión de operaciones en tiempo real. Este tipo de sistemas, permite la respuesta de eventos inmediata, los cuales a menudo generan cambios en el sistema de un estado a otro en cuestiones de segundos.

Los sistemas OLTP son mayormente utilizados en banca electrónica debido a su pronta respuesta a los eventos, así como también su simplicidad y eficiencia, sin embargo es posible utilizarlos en diferentes ámbitos, en los que sólo se requiera un sistema informático capaz de automatizar las

operaciones del día a día del negocio y cuya prioridad sea manejar tiempos de respuesta y disponibilidad inmediata de la data (Cardoso, Lucia. 2006).

Estos dos últimos aspectos constituyen las bases para la prestación del servicio que la organización de Alcatel-Lucent desea ofrecer a sus clientes, y el cual requiere gestionar bajo estándares de calidad y de regulación exigidos en el ámbito de las telecomunicaciones, permitiendo así observar el progreso en sus prácticas.

II.3 Gestión de la Calidad

La Gestión de la Calidad incluye los procesos y las actividades de la organización ejecutante que determina las políticas, los objetivos y las responsabilidades relativos a la calidad, de modo tal, que el proyecto satisfaga las necesidades que motivaron su creación. A su vez, implementa el sistema de gestión de calidad a través de políticas y procedimientos, con actividades continuas de mejora de procesos realizadas a lo largo de todo el proyecto, según corresponda. Los procesos de Gestión de la Calidad incluyen los siguientes aspectos:

Planificación de Calidad: identifica qué normas de calidad son relevantes para el proyecto y determina cómo satisfacerlas.

Realizar Aseguramiento de Calidad: aplica las actividades planificadas y sistemáticas relativas a la calidad, para asegurar que el proyecto emplee todos los procesos necesarios para cumplir con los requisitos. Realizar

Control de Calidad: supervisa los resultados específicos del proyecto, para determinar si cumplen con las normas de calidad pertinentes e identifica modos de eliminar las causas de un rendimiento insatisfactorio. (Project Management Institute, Inc. 2013).

A nivel mundial, diversas empresas en el área de Telecomunicaciones han implantado sistemas de Gestión de Calidad con el fin de promover su mejoramiento continuo, en este sentido, se observa una tendencia global al crecimiento de las certificaciones bajo modelos de gestión basados en ISO, regidos por los estándares de calidad, que no son más que los niveles mínimo y máximo deseados, o aceptables de calidad que debe tener el resultado de una acción, una actividad, un programa, o un servicio. En otras palabras, el estándar es la norma técnica que se utilizará como parámetro de evaluación de la calidad.

II.3.1 ISO9000

La *International Organization for Standardization* (ISO) es la organización internacional especializada en desarrollar y publicar estándares referentes a las normas internacionales. Esta organización tiene como propósito promover el desarrollo de la estandarización y actividades mundiales relativas a facilitar el comercio Internacional de bienes y servicios, así como desarrollar la cooperación intelectual, científica y económica. (UPTC, 2013).

Se puede apreciar que existe un gran desarrollo a nivel mundial de la gestión de la calidad en el sector de las Telecomunicaciones, esto se debe principalmente al desarrollo que ha tenido el estándar TL 9000 en los últimos años, por lo que muchas organizaciones en todo el mundo han optado por obtener la certificación e implantar dicho sistema de calidad. (Serdán y Zambrano, 2008).

II.3.2 TL9000

Se trata de un sistema de gestión desarrollado por QuEST Forum en 1998, con la finalidad de cumplir los requisitos de calidad de la cadena de suministros en el sector de las telecomunicaciones a nivel mundial. El propósito de TL 9000 es definir los requerimientos para la gestión de un sistema de calidad de telecomunicaciones, en cuanto al diseño, desarrollo, producción, entrega, instalación y mantenimiento de productos: hardware, software y servicios, incluyendo medidas que cuantifiquen la fiabilidad y la calidad del desempeño de estos productos.

Las mediciones serán usadas entre la organización y sus clientes con el fin de mejorar medidas eficaces basadas en los costos y en el desempeño para orientar los avances y de esta forma evaluar los resultados de implementación del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa. (QuEST Forum, 2010). Con la utilización de TL9000, se busca obtener las métricas adecuadas para facilitar el trabajo de la empresa y permitir la certificación de

sus productos y servicios, haciendo del sistema, un sistema confiable sobre las exigencias del sector de las telecomunicaciones.

Para poner en práctica la gestión de calidad tal como se prevé en el estándar TL9000, fue necesario reconstruir el proceso ya existente en Alcatel-Lucent, creando una nueva forma de gestionar los servicios ofrecidos por la empresa, logrando mejor rendimiento y eficiencia del proceso.

II.4 Recursos

Para el correcto funcionamiento y la optimización de los procesos realizados en la herramienta, se acudió al análisis y evaluación de diversos programas, lenguajes y herramientas capaces de integrarse entre sí para asegurar un resultado final de alto rendimiento. A continuación se detallan algunos de estos recursos considerados para el desarrollo de este proyecto.

II.4.1 Ruby

Ruby es un lenguaje de programación interpretado, reflexivo y orientado a objetos, creado por el programador Japonés Yukihiro "Matz" Matsumoto al mezclar partes de sus lenguajes de programación favoritos (Pearl, Lisp, Smaltalk, Eiffel y Ada) para formar un nuevo lenguaje con la sintaxis ideal que incorporara tanto la programación funcional como la programación imperativa. Desde su liberación pública en 1995, Ruby ha atraído devotos

desarrolladores de todo el mundo, presentándose totalmente libre de costo y de uso, ya que es posible copiarlo, modificarlo y distribuirlo.

Ruby tiene un conjunto de otras funcionalidades entre las que se encuentran las siguientes: Manejo de excepciones para facilitar el manejo de errores, cargar bibliotecas de extensión dinámicamente mientras lo permita el sistema operativo, manejo de hilos (threading) independiente del sistema operativo, entre otros. (Matz, 2000).

II.4.2 Python

Python es un lenguaje de *scripting*[2], lo que significa que no se necesita compilar el código fuente para poder ejecutarlo, lo que ofrece una ventaja como la rapidez de desarrollo de aplicaciones y un inconveniente como lo es una menor velocidad de proceso. Es independiente de la plataforma y es orientado a objetos, y está preparado para realizar cualquier tipo de programa, desde aplicaciones Windows a servidores de red o incluso, páginas web. El creador del lenguaje es el europeo Guido Van Rossum, cuyo objetivo era cubrir la necesidad de un lenguaje orientado a objetos de sencillo uso que sirviese para tratar diversas tareas dentro de la

---

[2] Es un lenguaje de programación que está diseñado para ser ejecutado por medio de un intérprete, en contraste con los lenguajes compilados.

programación que habitualmente se hacía en Unix usando C. (Álvarez, Miguel. 2003).

II.4.3 PHP

PHP (*HyperText PreProcessor*) es un sofisticado lenguaje de programación, diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico, capaz de incluirse dentro del código HTML de la página. Fue creado originalmente por Rasmus Lerdforf en 1995 y su código es ejecutado desde el servidor, es decir, el cliente realiza la petición al servidor de que le sea enviada una página web, el servidor ejecuta el intérprete de PHP y es en esta etapa donde se procesa la información, en este caso, obteniendo información de la base de datos y se envía el resultado al servidor, quien a su vez se encarga de interpretarlo para ser mostrado al cliente.

Para el desarrollo de este TIG se requirió el uso de un sistema gestor de datos, por lo cual se utilizó la capacidad de conexión de PHP con la mayoría de los motores de bases de datos de la actualidad, entre los que se destaca MySQL, que cumple con parámetros de selección como la concurrencia y la capacidad de conectar con diferentes usuarios, entre otros beneficios.

II.4.4 MySQL

El software MySQL proporciona un servidor de base de datos SQL (*Structured Query Language*) muy rápido, multi hilo, multi usuario y robusto. El servidor MySQL está diseñado para entornos de producción críticos, con

alta carga de trabajo así como para integrarse en software para ser distribuido. (MySQL 2009). MySQL es muy utilizado en aplicaciones web, en plataformas (Linux/Windows-Apache-MySQL-PHP/Perl/Python), es una base de datos muy rápida sea cual sea su entorno.

En este trabajo se utilizó MySQL como principal manejador de la base de datos, siendo el encargado de controlar y resguardar la data suministrada y manejar las peticiones en orden de llegada, haciendo posible que múltiples usuarios accedan al sistema sin que se produzca inconsistencia en la data. Como complemento el MySQL posibilita el uso de herramientas de diseño, capaces de integrar el desarrollo administrado por la base de datos de la herramienta, como se observa en este caso con MySQL Workbench.

II.4.5 MySQL Workbench

Se trata de una herramienta visual de diseño de bases de datos, capaz de unificar la información modelada para ser usada por desarrolladores y manejadores de bases de datos al momento de generar el código SQL, proporcionando una solución completa y fácil de usar. Es una herramienta libre para la administración y manipulación de datos en bases de datos MySQL, capaz de crear y gestionar fácilmente copias de seguridad, con facilidad de gestión y ejecución mientras está en curso. (MySQL, 2009).

Para lograr la interacción entre el lenguaje de programación y la base de datos, se precisó de un servidor web confiable capaz de autenticar múltiples

conexiones y mantener una comunicación estable entre código y datos de entrada. El Apache constituye una solución a este propósito.

II.4.6 Apache

Es un servidor web de código abierto responsable de la interpretación de la información entre PHP, MySQL y el usuario. Internet Information Server (IIS) es un paquete gratuito que puede ser descargado y configurado en un equipo basado en Windows. Hay dos paquetes disponibles para los desarrolladores que desean utilizar Apache, PHP y MySQL, para hacer funcionar sus servidores: Apache, MySQL y PHP en Windows (WAMP) y Apache multiplataforma, MySQL, PHP y Perl (XAMPP), en este caso se decidió utilizar XAMPP como mejor alternativa, ya que este se adapta perfectamente a los requerimientos de la empresa. (Ehowenespanol, 2010).

Todos estos recursos trabajan en conjunto y son manejados a convenir desde la herramienta a través de líneas de códigos especializadas, las cuales permiten la interacción del usuario con la data del sistema y la visualización de la interfaz asociada de forma sencilla y amigable.

II.4.7 HTML

El HTML, *Hyper Text Markup Language* (Lenguaje de marcación de Hipertexto) es una aplicación del SGML (*Standard Generalized Markup Language*), un sistema encargado de definir y estructurar documentos de forma organizada, capaz de incorporar etiquetas que conducen a otros

documentos que contienen información adicional acerca de la estructura del texto o de su presentación, y es mayormente utilizado para la elaboración de páginas web. HTML no es propiamente un lenguaje de programación y no trabaja con compilador, de presentarse algún error de sintaxis, será pasado por alto y se visualizará en la forma en la que se traduzca. (JAC, 1996).

Luego de identificar los recursos necesarios para el desarrollo de una aplicación, es importante identificar la arquitectura del software, esta consiste en un conjunto de patrones y abstracciones coherentes que proporcionan el marco de referencia necesario para guiar la construcción del software con base a los requerimientos identificados. Entre los diferentes tipos de arquitectura está la arquitectura cliente – servidor, la cual es utilizada para el desarrollo de este proyecto.

II.5 Arquitectura Cliente-Servidor

El esquema Cliente-Servidor consiste en un modelo de aplicación distribuida capaz de actuar como intermediario entre el servidor y las aplicaciones desarrolladas, es decir, que la arquitectura está diseñada con la intención de evitar la comunicación directa entre las aplicaciones. Esta comunicación es realizada a través de un conjunto de interfaces bien definidas, que protegen la aplicación y la base de datos de la misma de los cambios realizados.

Dicho modelo, es capaz de ofrecer a la herramienta mayor rendimiento, la capacidad de compartición de recursos, permitiendo a sus usuarios acceder

a grandes cantidades de datos ingresados por los diferentes usuarios y por ultimo brinda tolerancia a fallos, ofreciendo los mejores resultados aunque se presenten errores por parte de alguno de los usuarios involucrados sin necesidad de afectar la data general del sistema. (Pressman R., 2002).

En este modelo se pueden diferenciar tres componentes esenciales:

1. El Cliente.
2. El Servidor.
3. La infraestructura de comunicaciones.

El Cliente: es el que generalmente realiza la interacción con el usuario, la mayoría de las veces en forma gráfica. Posee servicios auxiliares que se encargan del establecimiento de conexión y de las comunicaciones con el servidor, así como tareas de conexión.

El Servidor: como su nombre indica, se encarga de proporcionar un servicio al cliente, del cual devuelve los resultados. Este puede poseer procesos auxiliares que se encargan de las tareas de comunicación con el cliente. Dado que es el encargado de proporcionar información, la carga computacional asociada a estos es mayor que la de los clientes.

Las Comunicaciones: Para que los clientes y los servidores puedan conectarse, es necesaria una infraestructura de comunicaciones, la cual proporciona los mecanismos básicos de direccionamiento y transporte. La

red debe tener características adecuadas de rendimiento, confiabilidad, transparencia y administración. (Villar Monserrat, 2011).

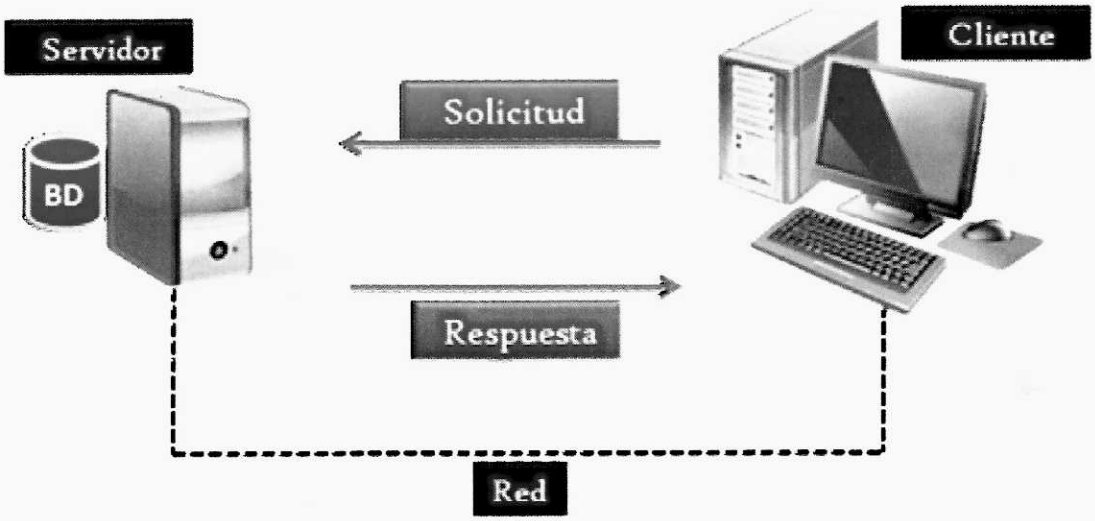

Ilustración 1: Arquitectura Cliente-Servidor.
Fuente: Gama Vázquez (2010).

En la ilustración 1, se puede observar un ejemplo sencillo de la interacción del usuario con el sistema. Para iniciar, el usuario, denominado cliente, envía las peticiones a través de la *web* al servidor, este último interactúa con la base de datos y retorna al usuario una respuesta eficiente asociada a su solicitud. Un servidor, es capaz de dar servicio a múltiples clientes en forma concurrente.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo tiene como objetivo principal describir la metodología implementada durante el desarrollo de la aplicación objeto de este proyecto, la misma se trata de la Metodología Incremental Iterativa, la cual se enmarca dentro del concepto de metodologías ágiles, útiles para requerimientos dinámicos que implican una alta interacción con el usuario durante el proceso de desarrollo. La misma se detalla a continuación.

III.1 Metodología Incremental Iterativa

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó la metodología Incremental Iterativa, en la cual se desarrollan porciones de requisitos especificados (módulos específicos o complementos) para luego incrementar en sucesivas versiones, la funcionalidad del programa, con nuevas especificaciones que satisfagan más requisitos según se haya pactado con el cliente en reuniones; para ello, en cada iteración, se parte de la versión anterior ya probada y culminada y se añaden las nuevas funciones.

Tal como se muestra en la ilustración 2, la Metodología Incremental Iterativa parte desde el planteamiento global del problema, en el cual se realiza una exploración preliminar, se identifican los requisitos del sistema y se analizan posibles soluciones, a partir de esto, se procede a planificar la cantidad de iteraciones en las que será dividido el proyecto según las necesidades y requerimientos del cliente, de forma tal que en cada una de estas iteraciones

se pueda obtener un producto funcional, capaz de generar resultados para una próxima iteración. (Addison-Wesley, 1999).

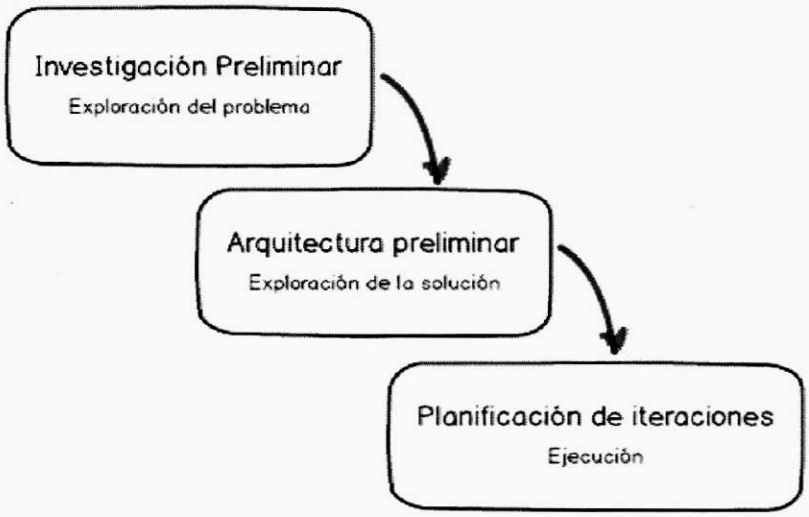

Ilustración 2: Ciclo de desarrollo modelo incremental-iterativo.
Fuente: Elaboración propia (2014).

Algunas de las características de esta metodología son las siguientes:

- El modelo incremental presupone que el conjunto completo de requerimientos es conocido al comenzar, para poder planear cada iteración con éxito.
- Los requerimientos del usuario se priorizan y los requerimientos de prioridad más altos son incluidos en los incrementos tempranos.
- El desarrollo incremental es el proceso de construcción siempre incrementando subconjuntos de requerimientos del sistema.
- Al finalizar cada iteración, a partir de la evaluación se planea el siguiente incremento y así sucesivamente.

- El usuario se involucra mucho más con la herramienta.

Siguiendo esta metodología se producirá y entregará software "por partes funcionales más pequeñas", pero reutilizables, llamadas incrementos. En general cada incremento se construye sobre aquel que ya fue entregado, incorporando nuevas funcionalidades en cada iteración.

En una visión genérica, cada iteración del proceso se divide en cuatro (4) etapas básicas: Análisis, Diseño, Código y Prueba, luego, al final de cada iteración se realizan dos (2) etapas complementarias que son: Integración y Operación.

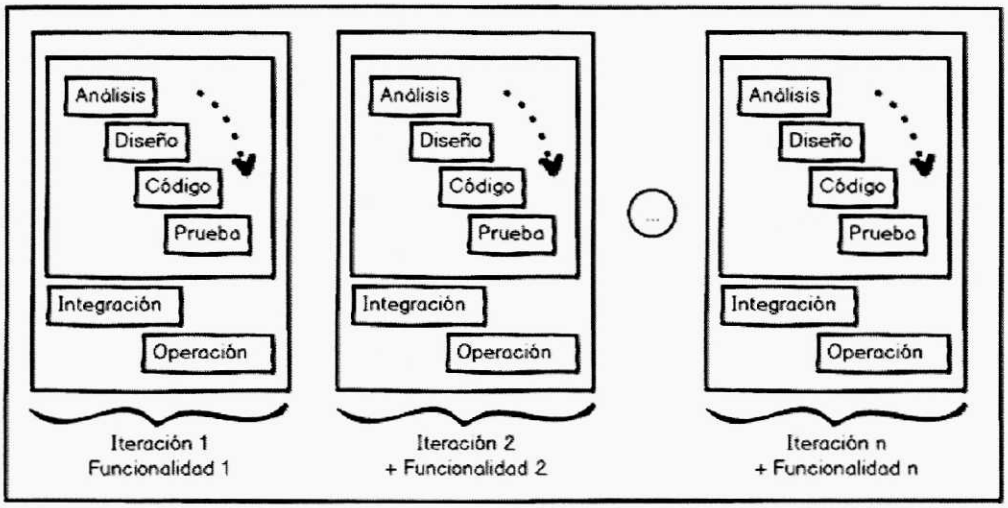

Ilustración 3: Esquema de desarrollo incremental-iterativo.
Fuente: Elaboración propia (2014).

En la ilustración 3, se puede observar de forma gráfica el proceso evolutivo del proyecto bajo la aplicación de la Metodología Incremental Iterativa,

dejando claro al lector desde una visión genérica el proceso de cada iteración y el resultado obtenido en cada una de ellas. A continuación la explicación de cada etapa del proceso de desarrollo iterativo-incremental.

III.1.1 Análisis

Es la etapa en la que se realizan las actividades necesarias para evaluar los requerimientos del cliente y transformarlos en resultados favorables para la iteración. Su principal función es instruir al desarrollador o equipo de trabajo acerca del alcance de la iteración y así asegurar su correcto despliegue.

III.1.2 Diseño

Con base en los requerimientos establecidos para cada iteración (funcional y no funcional), en esta fase se determina la factibilidad técnica de la implementación de los requisitos seleccionados, dando pie a la arquitectura de la iteración en curso, evaluando lo realizado contra las expectativas generales del cliente para obtener la mejor versión posible de la herramienta.

III.1.3 Código

Esta fase se concentra en la implementación de las especificaciones de diseño generadas en la fase anterior, para la iteración en curso, la misma incorpora los requisitos correspondientes, con el fin de ofrecer un producto consistente capaz de aportar soluciones al usuario una vez puesto en ambiente de producción. Esto no significa que el software está implementado

en su totalidad, sino que aprueba el cumplimiento de una iteración a la que se le pueden agregar cambios a lo largo del desarrollo.

III.1.4 Prueba

Una vez realizadas las fases anteriores, en la fase de prueba se asegura el buen funcionamiento del alcance desarrollado en la iteración, con corrección de errores y mejoras en desempeño y usabilidad. Esta fase contempla el desarrollo del plan de prueba de la funcionalidad de los requisitos de usuario a implementar en la iteración en curso, incluyendo las pruebas unitarias y de integración necesarias para asegurar la calidad del producto.

III.1.5 Integración y Operación

Como se mencionó anteriormente, al finalizar cada iteración, se procede a integrar el resultado final obtenido en conjunto con las mejoras aplicadas a el producto de la iteración anterior, realizando las pruebas necesarias para asegurar la incorporación de las nuevas funcionalidades y el correcto funcionamiento del producto final de la iteración en curso, una vez garantizado esto, se realiza el pase a producción del nuevo producto, dando origen a una próxima iteración.

Para la elaboración de este TIG, se plantearon seis (6) iteraciones que serán detalladas a fondo en el siguiente capítulo correspondiente al desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO

Siguiendo como guía de trabajo las etapas de desarrollo explicadas en el marco metodológico, en este capítulo se proporciona una descripción detallada de cómo se logró el desarrollo del sistema, según los objetivos planteados para el desarrollo de este TIG.

Para llevar a cabo el desarrollo de la herramienta fue necesario elaborar una planificación de las iteraciones que fueran dando origen a las funcionalidades del sistema, hasta completar el conjunto de requisitos de una manera integral, dicho plan está representado en la tabla 1 la cual contiene, por iteración (6 en total): el objetivo, el producto obtenido o funcionalidad incorporada, el desarrollo a realizar y un estimado del tiempo de ejecución.

Tabla 1: Planificación de iteraciones para el desarrollo del sistema.

N° Iter.	Objetivo de la Iteración	Resultado / Funcionalidad incorporada	Desarrollo	Semanas
1	• Levantamiento de información y evaluación de las distintas tecnologías a aplicar. • Rediseño del Proceso • Elaboración del diseño general del sistema	• Lenguaje de Programación a utilizar. • Proceso Rediseñado. • Diseño general del Sistema.	• Según requerimientos y análisis realizados, se efectuó un comparativo de tres (3) lenguajes: PHP, Python y Ruby. • Se identificaron las deficiencias del proceso y con base a estas se planteó un nuevo diseño incorporando las funcionalidades del sistema. • El diseño se realizó según las pautas y normas establecidas por la empresa y con una interfaz lo más amigable posible.	5
2	• Elaboración del subsistema de gestión de reportes y base de datos.	• Subsistema de gestión de Reportes. • Modelo de Base de Datos.	• Diseño del subsistema de gestión de reportes según las normas y requisitos establecidos por la empresa. • Diseño e implantación del modelo de base de datos a utilizar en la herramienta para dar funcionamiento y respaldo al	3

			sistema.	
3	• Elaboración del módulo para la gestión de la carga masiva. • Creación de servicios y gestión de reportes para el cumplimiento de los requerimientos de la norma TL 9000	• Interfaz de usuario • Subsistema de gestión de Reportes según Norma TL9000	• Elaboración del subsistema de interfaz de usuario para la gestión de carga masiva y creación de servicios según el departamento. • Elaboración del subsistema de gestión de reportes según requerimientos para dar cumplimiento a la Norma TL9000	5
4	• Desarrollo del modelo de seguridad del sistema, incluyendo asignación de roles.	• Funcionalidad de seguridad de acceso al sistema.	• Diseño e implantación del modelo de acceso al sistema según los roles involucrados y la permisología asignada.	3
5	• Elaboración del subsistema de sincronización y actualización concurrente de la data.	• Funcionalidad para sincronización y actualización concurrente de data.	• Elaboración del subsistema capacitado para la sincronización y actualización concurrente y en tiempo real de la data correspondiente a la herramienta.	5
6	• Realización de pruebas de Integración pruebas de sistemas y documentación. • Instalación e implementación del sistema.	• Versión final del sistema. • Documentación del sistema. • Puesta en marcha del sistema.	• Desarrollo de pruebas de integración con ajustes finales, pruebas del sistema y elaboración de documentación. • Pruebas de implantación e instalación en el ambiente operacional del sistema.	5

Fuente: Elaboración propia (2014).

IV.1 Primera Iteración

El objetivo en esta primera iteración fue el estudio de la situación de la empresa, buscando comprender como eran llevados a cabo los procesos y actividades asociados, y las necesidades de información. También se realizó el rediseño del proceso la gestión de servicios de la empresa, para lo cual se hicieron las entrevistas necesarias al personal involucrado y los ajustes en el flujo de información resultantes de la incorporación del sistema a desarrollar. Esta iteración tuvo una duración de cinco (5) semanas y en ella se logró un

nuevo diseño del proceso, el diseño general del sistema y el lenguaje de programación a utilizar para el desarrollo de la herramienta.

IV.1.1 Rediseño del proceso de Gestión de Servicios

El levantamiento de información de esta etapa se realizó mediante una serie de reuniones con el personal de Alcatel-Lucent, en este caso con los gerentes y responsables de cada una de las gerencias involucradas en el proyecto, basando la consulta de sus necesidades específicas por separado. De esta forma, se pudo detectar los aspectos débiles del proceso, siendo uno de los más críticos el relacionado con la falta de información oportuna en cada nivel del flujo de información del proceso de gestión de servicios.

Para el cumplimiento de este objetivo, se realizó el análisis del proceso de gestión de servicios llevado a cabo de forma manual en Alcatel-Lucent, la información se recabó a través de una serie de reuniones con el personal de la empresa que participa en el proceso, enfocando la necesidad de resolver cada uno de los aspectos y debilidades detectadas según los requerimientos funcionales del sistema, entre los que se pueden mencionar los siguientes:

1. Falta de información por parte de los ingenieros para reportar sus trabajos.
2. Toma tardía de data requerida para el control del proceso.
3. Desorganización de la data a ser compartida entre gerencias, por el manejo a través de archivos Excel sin estándar de registro.

4. Conflictos a la hora de generación de reportes y búsqueda del historial de cada proyecto.
5. Imposibilidad de obtener las métricas bajo el estándar TL 9000, con el fin de evaluar la calidad de servicio al cliente.
6. Consultas y reportes elaborados con falta de oportunidad, calidad y precisión en los valores de parámetros de gestión.

En el Apéndice F, ITEM 1, se muestra el resumen de reuniones efectuadas para llevar a cabo el levantamiento de información del proceso. El nuevo diseño del proceso se deriva entonces de la incorporación de la herramienta automatizada, la cual se enfoca en resolver cada uno de los aspectos y debilidades detectadas previamente.

En la Ilustración 26 del apéndice O, se muestra el flujograma correspondiente al proceso de gestión de servicios llevado a cabo por las gerencias de Ingeniería, Operaciones y Mantenimiento e Instalaciones de Alcatel-Lucent, antes de la puesta en marcha del nuevo sistema. En el mismo apéndice se presenta el resultado del proceso de las métricas, que era llevado a cabo por cada una de las Gerencias de Alcatel (Tablas 6, 7 y 8) a través del llenado de hojas de Excel, en las que se observa la falta evidente de homologación en la elaboración y forma de presentación de la información.

En la Ilustración 27 del apéndice O, se presenta el flujo de actividades de cada uno de los usuarios del sistema según el nuevo modelo de gestión de servicios de la empresa, el cual hace posible garantizar orden y sincronización, de forma tal que la información almacenada sea concisa y capaz de ser compartida entre departamentos y gerencias dentro de la empresa a través de un mismo sistema, de manera estándar.

IV.1.2 Diseño General del Sistema

Para la elaboración del diseño general del sistema, se tomaron en cuenta los requerimientos de la empresa en relación al sistema a desarrollar y de cada uno de los involucrados (Stakeholders) en el proceso de gestión de servicios, estableciendo los requisitos funcionales y no funcionales del sistema.

El levantamiento de información de esta etapa, se realizó mediante reuniones con el personal de Alcatel-Lucent, en las que se acordó particionar el proyecto en etapas o iteraciones para lograr resultados parciales del avance del mismo. En el Apéndice F, ITEM 1, se muestra el resumen de las reuniones efectuadas para presentar los avances del diseño, recibir retroalimentación de cada usuario y hacer los ajustes necesarios.

La intención de particionar el proyecto en fases, surgió de los problemas detectados en cuanto a integridad y proceso de la información así como también por la dificultad para generar las métricas de calidad TL9000 requeridas. Se fraccionó el problema en pequeños módulos que de acuerdo

a la metodología incremental iterativa, permitiera realizar entregables que podían probarse, utilizarse y someterse a cambios y/o comentarios por parte del cliente al finalizar cada iteración.

Como parte de los objetivos de esta iteración, fue posible determinar el diseño de una interfaz gráfica de usuario sencilla y amigable, según los estándares establecidos por la empresa. Aquí se estipuló qué ventanas debían resaltar más que otras y la disposición de los resultados mostrados dentro de cada una de las ventanas diseñadas para la herramienta. Además, se realizó una reunión especial con el personal del área de informática para el establecimiento de las especificaciones de diseño de interfaz, de acuerdo a los estándares de la empresa, según se indica en el cuadro resumen de reuniones efectuadas (Ver apéndice F, ITEM 1)

Asimismo se decidió la arquitectura a utilizar, siendo esta la denominada Cliente-Servidor, ya que para la empresa, era indispensable que la herramienta contara con conexión remota por parte de los ingenieros que realizan actividades de campo, como se explica en la Ilustración 4, permitiéndoles conectarse desde el sitio de trabajo, cargar la información al sistema, y mediante un proceso de sincronización y actualización de la data, permitir que la misma pueda ser analizada y revisada por los gerentes. A continuación se muestra cómo se planteó la arquitectura aplicada en el presente proyecto, destacando los recursos de software utilizados.

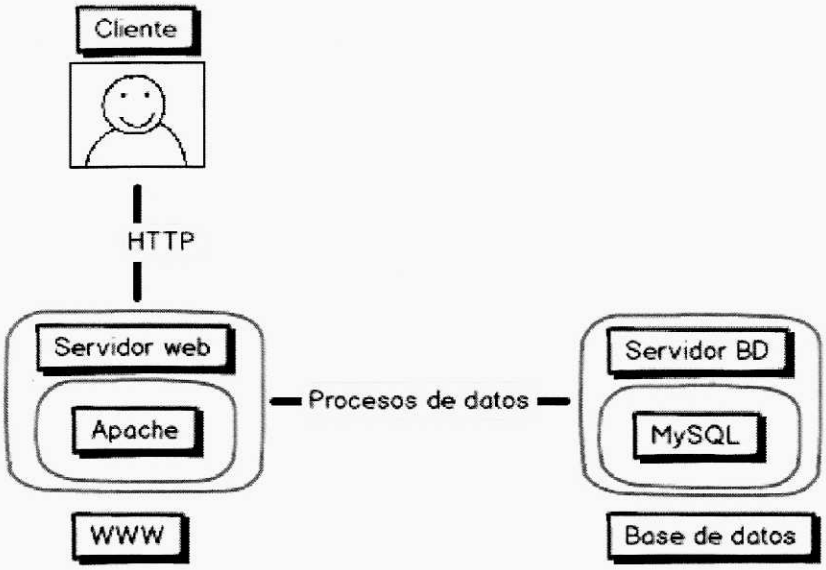

Ilustración 4: Diagrama de la arquitectura Cliente-Servidor aplicada.
Fuente: Elaboración propia (2014).

En esta ilustración se muestra el esquema de funcionamiento desde cada lado de la interacción de la arquitectura, en el cliente, cada uno de los ingenieros de forma remota, realiza las peticiones a través de la web al servidor (Apache), quien se encarga de procesar la información, interactuar con la base de datos (MySQL) y devolver una respuesta rápida y eficiente, a través de la interfaz gráfica al usuario, que en el lado del servidor, requiere la información procesada. Todo esto utilizando la infraestructura de comunicaciones y redes establecida.

IV.1.3 Selección de Tecnologías

Con el fin de marcar pautas con respecto al lenguaje a utilizar durante el desarrollo de la aplicación, se realizó un análisis comparativo entre tres (3) lenguajes de programación, de uso frecuente en el mercado de desarrolladores, en este caso: **Python, PHP y Ruby.** La selección de estos lenguajes obedeció a que los mismos son lenguajes altamente conocidos y utilizados en la comunidad de desarrollo de sistemas bajo ambiente *web*, los índices de popularidad obtenidos por ellos en años recientes, así lo avalan.

Por otra parte, aunque la utilización de un *framework* de desarrollo facilita el trabajo de los programadores, se decidió trabajar de forma plana, esto con la intención de evitarle gastos a la empresa a corto y largo plazo para capacitación del personal o compra de licencias, según acotaron los ejecutivos de la misma.

Para llevar a cabo la evaluación de estos lenguajes se utilizó un conjunto de criterios, que de acuerdo a las referencias consultadas (ISO 25000, 2014), (Matz, 2000), (Zamora, 2011) permiten una comparación adecuada y amplia de los lenguajes que soporten programación *web*, disponibles en el mercado; además de la popularidad, se consideraron: grado de madurez, capacidad de uso, costos, soporte técnico, conectividad, y rendimiento, del que disponen los lenguajes involucrados. A continuación, en la tabla 2 se definen los parámetros utilizados para la comparación de lenguajes:

Tabla 2: Parámetros utilizados para la selección de lenguajes.

Parámetro	Descripción
Popularidad	Se refiere al grado de aceptación y fama del producto. Está asociado a indicadores relacionados con el tamaño de la comunidad de programadores y la comercialización del producto o número de usuarios que trabajan bajo la herramienta.
Grado de Madurez	Se puede entender como la confiabilidad del producto, en términos de tolerancia a fallos, y consistencia y exactitud de los resultados obtenidos al utilizar el producto.
Capacidad de Uso	Grado en que el leguaje tiene atributos que le permiten ser comprendido, aprendido, usado y atractivo para el usuario, cuando se utiliza en las condiciones especificadas. En este parámetro se incluyen la flexibilidad del lenguaje, la curva de aprendizaje asociada y la productividad, entendida, como la capacidad de ayudar al usuario en emplear una apropiada cantidad de recursos en obtener sus resultados.
Costo	Característica que indica el grado de inversión que requiere la herramienta en cuanto a la adquisición, instalación y mantenimiento de la plataforma y capacitación del personal.
Soporte Técnico	Esta característica indica la disponibilidad de servicio de soporte de la herramienta. Incluye la disponibilidad de documentación y de soporte en línea y la facilidad de acceso a la información de soporte sobre el uso de la herramienta.
Conectividad	Es la capacidad con que dos o más sistemas o componentes intercambian información mientras comparten el mismo entorno de hardware o software.
Rendimiento	Esta característica representa el desempeño relativo a la cantidad de recursos utilizados bajo determinadas condiciones establecidas como tiempo de respuesta y comportamiento.

Fuente: Elaboración propia (2014).

Para realizar la calificación de los lenguajes seleccionados por parámetro evaluado, se utilizó la siguiente escala normalizada de tres grados. (Ver Tabla 3):

Tabla 3: Escala de Valores.

Escala	Valor Normalizado
Muy Recomendable	3
Recomendable	2
No Recomendable	1

Fuente: Elaboración propia (2014).

En cuanto a la valoración de los parámetros, se empleó como base la información recopilada y la consulta a un grupo de programadores de la empresa Alcatel-Lucent involucrados en el proyecto, para lo cual se convocó una mesa técnica de trabajo para el análisis y valoración de cada parámetro de comparación. A continuación el resultado.

Popularidad:

La primera característica analizada fue la Popularidad de los lenguajes, para lo cual se utilizó el índice TIOBE[3], resultando el lenguaje de programación PHP con mayor calificación en cuanto a aceptación y fama entre la mayoría de los usuarios. (Ver Apéndice G, Ilustración 7, 8 y 9).

---

[3] El índice TIOBE determina la popularidad que los lenguajes de programación tienen en determinado momento. Este índice se actualiza una vez al mes y los ratings asignados a cada lenguaje de programación se basan en datos como: número de programadores experimentados a nivel mundial, cursos y en los motores de búsqueda como Google, Bing, Yahoo! y sitios importantes como Wikipedia, Amazon, YouTube y Baidu con los cuales se calculan los ratings para cada lenguaje. (TIOBE, 2014).

Para el análisis de este criterio de comparación se utilizó información referida al índice TIOBE el cual, es un indicador de la popularidad de los lenguajes de programación. El índice se actualiza una vez al mes y las calificaciones se basan en el número de ingenieros cualificados en todo el mundo, de cursos y de proveedores de cada lenguaje comparado.

En este aspecto, PHP lleva la delantera, pues aunque ha disminuido significativamente en el periodo evaluado, se puede determinar que a lo largo del mismo, es el lenguaje con mayor porcentaje de uso en el período evaluado (2002 a 2014). Se determinó según la tabla de clasificaciones (Ver Apéndice G, Ilustración 11) que PHP se encuentra como el lenguaje de programación más popular entre los tres lenguajes escogidos.

Para este análisis, se construyó una gráfica comparativa del índice de popularidad de los lenguajes PHP, Ruby y Python. (Ver Apéndice G, Ilustración 10), aquí se observa que el lenguaje más popular en los actuales momentos, continua siendo PHP, por una diferencia significativa, a pesar del descenso que ha tenido en los últimos años, al pasar de un promedio de 10% aproximado a un 2,77% en el último período de medición, descenso que obedece en parte al gran auge que existe por la programación para Android y iOS, elevando el uso de los otros lenguajes de programación. Las calificaciones otorgadas por la mesa técnica para este parámetro fueron: **PHP: 3, Python: 2, Ruby 1.**

Grado de Madurez:

Para este análisis se aceptó como indicadores del grado de madurez, el tiempo de existencia en el mercado y la cantidad de aplicaciones disponibles para cada lenguaje evaluado, siendo posible inferir de esta forma la confiabilidad del producto en términos de tolerancia a fallos y consistencia. Es por eso que bajo la referencia de UDEMY se analizaron los resultados obtenidos por cada lenguaje, en cuanto a demanda de profesionales con experiencia en el lenguaje por parte de las empresas, lo cual sugiere aplicaciones en marcha o nuevos desarrollos en estas organizaciones.

Para el año 2011 a través de una búsqueda en craiglist.com, se encontró que la mayoría de las empresas buscan desarrolladores con experiencia en PHP abarcando un 20% de la demanda, Ruby quedó con el 3% y Python con menos de 3% (no representativo), en la actualidad al comparar la búsqueda de profesionales con experiencia en alguno de los lenguajes comparados, se encuentra un crecimiento de Python superando ligeramente al Ruby en demanda de profesionales en la WEB, mientras en lo que respecta a PHP, este mantiene su participación porcentual, en alrededor de 7 veces los niveles de demanda de los otros dos lenguajes. Las calificaciones otorgadas por la mesa técnica para este parámetro fueron: **PHP: 3, Phyton: 1, Ruby 1.**

Capacidad de Uso:

Para el análisis de este parámetro se utilizaron índices de UDEMY[4], La evaluación se hizo mediante indicadores de usabilidad (facilidad con que los desarrolladores utilizan la herramienta para generar aplicaciones), y facilidad de aprendizaje de los lenguajes de programación, permitiendo calificar la capacidad de uso de los lenguajes, el resultado se puede ver en el apéndice G, ilustración 16. Allí se muestra como ganador al lenguaje Python en cuanto a facilidad de aprendizaje y Ruby en cuanto a usabilidad, es de hacer notar que el PHP queda en segundo lugar en cuanto a capacidad de aprendizaje y en último lugar en cuanto a usabilidad. Las calificaciones otorgadas por la mesa técnica para este parámetro fueron: **Python: 3, Ruby: 2, PHP: 1.**

Costo:

Para realizar un análisis con respecto al costo, fue necesario evaluar el grado de inversión necesario en cuanto a la adquisición, instalación y mantenimiento de la herramienta, así como también la capacitación necesaria para que el personal requerido cuente con los conocimientos para interactuar con el sistema final.

---

[4] Plataforma de cursos de internet que cuenta con información privilegiada en cuanto al uso de herramientas de desarrollo, necesidades de formación, y mercado de adiestramiento en línea.

Al evaluar todos estos aspectos, se concluyó que si todos los lenguajes bajo evaluación son de software libre, cualquiera de las opciones puede ser factible de uso, pero que era necesario considerar los costos de capacitación y de soporte requeridos para el uso de cada lenguaje; de tal forma que en la situación actual de la empresa, el lenguaje que aventaja al resto en costos es el PHP, ya que se cuenta con desarrolladores capacitados en el uso de este lenguaje. Las calificaciones otorgadas por la mesa técnica para este parámetro fueron: **PHP: 3, Python: 1, Ruby 1.**

Soporte Técnico:

Este parámetro fue posible analizarlo según los estudios presentados por UDEMY (Udemy, 2011), basados en el número de desarrolladores postulados en LinkedIn para cada uno de los lenguajes bajo estudio y según la cantidad de publicaciones de empleo ofrecidas en la página web Monster.com, teniendo así una referencia real de este criterio.

Los resultados de estos estudios presentados en la mesa de trabajo, se muestran en las ilustraciones 12 y 13 del apéndice G, donde claramente se observa que el mejor resultado fue obtenido por PHP, demostrando así ser un lenguaje con gran cantidad de documentación disponible y personal capacitado, con lo cual es posible solucionar cualquier problema que se pueda presentar en la empresa en cuanto al manejo y funcionalidad de la herramienta, una vez puesta en operación. El lenguaje menos favorecido en este caso fue Ruby, considerando que la oferta de personal calificado es muy

baja en comparación con la demanda. Las calificaciones otorgadas por la mesa técnica para este parámetro fueron: **PHP: 3, Python: 2, Ruby 1.**

Conectividad:

El análisis de este parámetro se basó en la capacidad que tiene cada uno de los lenguajes evaluados para conectarse o integrarse con el resto de herramientas necesarias para desarrollar una aplicación funcional completa. El énfasis de esta evaluación se hizo en relación a la conectividad a sistemas de bases de datos de cada uno de estos lenguajes, en este sentido se discutieron en la mesa de trabajo los argumentos a favor y en contra de PHP, Python y Ruby. El resultado indica que todos los lenguajes ofrecen una conectividad similar sin mayores limitaciones, por lo que las calificaciones otorgadas por la mesa técnica fueron: **PHP: 2, Python: 2, Ruby 2.**

Rendimiento:

Para la evaluación de rendimiento, se analizaron diferentes índices obtenidos por Udemy (Udemy, 2011), relacionados con las líneas de código con las que se puede elaborar un programa funcional y el tiempo promedio de ejecución, al utilizar cada uno de los lenguajes de programación comparados, tal evaluación se puede observar con mayor detalle en las ilustraciones 14 y 15 del apéndice G.

Como conclusión, a partir de estas curvas, en cuanto a tiempo promedio de ejecución la ventaja la lleva el lenguaje de programación Python, resultando

el más lento PHP; en cuanto a líneas de código se puede observar como lenguaje más eficiente el Python y el menos eficiente el Ruby. Por consenso las calificaciones otorgadas por la mesa técnica para este parámetro fueron: **Python: 3, PHP: 1, Ruby 1**.

Resumen de Comparación de Lenguajes:

En la siguiente tabla se plasma el resultado de las evaluaciones obtenidas por cada uno de los lenguajes comparados, según los diferentes parámetros involucrados en la toma de decisión.

Tabla 4: Valoración de parámetros para cada Lenguaje seleccionado.

Criterio / Lenguaje	PHP	Python	Ruby
Popularidad	3	2	1
Madurez – confiabilidad	3	1	1
Capacidad de uso	1	3	2
Costo	3	1	1
Soporte Técnico	3	2	1
Conectividad	2	2	2
Rendimiento	1	3	1
TOTAL	16	14	10

Fuente: Elaboración propia (2014).

De acuerdo a esta evaluación el PHP obtuvo mejor calificación en cuanto a soporte, costo y grado de madurez, además de la popularidad. Con base a estos resultados, para el desarrollo de este TIG se seleccionó PHP como

lenguaje de programación, debido a que el mismo obtuvo mayor puntuación global en la comparación efectuada, además de contar con una comunidad muy grande de desarrolladores con experiencia en desarrollo de aplicaciones, en este caso, gran ventaja para la empresa.

IV.2 Segunda Iteración

Esta iteración tuvo una duración de tres (3) semanas. Según lo acordado en la segunda iteración, en esta etapa, se procedió a diseñar y definir el modelo a utilizar para la gestión de bases de datos, representada a través de la utilización de diagramas, entre ellos el modelo entidad-relación, logrado luego de varias reuniones con las personas involucradas en la herramienta, quienes aportaron comentarios según sus necesidades. También fue posible desarrollar el subsistema de gestión de reportes, esto según las normas y requisitos establecidos por la empresa respetando el manejo de roles.

IV.2.1 Modelo de Base de Datos

El manejador de base de datos seleccionado para el desarrollo del sistema fue MySQL, el mismo permite el manejo concurrente de la información en tiempo real, y fue elegida según los requerimientos y posibilidades de la empresa, y con base a las bondades brindadas por esta herramienta.

Para la obtención del modelo entidad relación, se tomó en cuenta el flujo de información establecido para la gestión de servicios tanto a nivel del cliente como en el servidor, de esta forma se estableció una visión completa del

funcionamiento de la herramienta final. Este modelo E-R representa la base de datos utilizada en este TIG.

La información a ser registrada y a ser generada como salida en el proceso de gestión de servicios, será almacenada de forma histórica, esto con la finalidad de llevar el control de los servicios prestados por Alcatel-Lucent. A continuación, en la ilustración 5, se muestra el caso de uso general del sistema, el cual sirvió como base para la obtención detallada del flujo de información relacionada a los diferentes actores representados del proceso (ver apéndice A, Casos de uso del CU-1 al CU-5) y del modelo de base de datos a ser utilizado en el sistema.

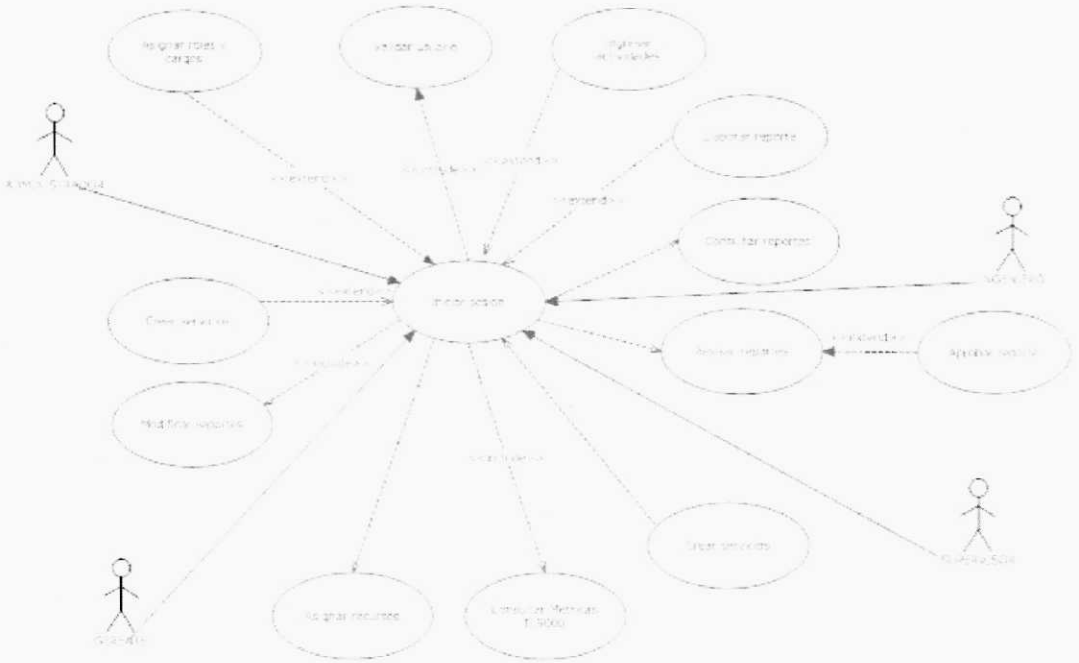

Ilustración 5: Diagrama de Casos de Uso general del Sistema.

Fuente: Elaboración propia (2014).

Para representar el modelo entidad relación se utilizó la herramienta virtual de diseño de bases de datos MySQLWorkbench, con el fin de representar de forma gráfica la estructura e interrelación de cada una de las tablas creadas en la base de datos del sistema. En el Apéndice C, se muestra el diagrama entidad relación elaborado para el manejo y proceso de la data del sistema, el cual contiene 13 tablas en las que se almacena la información necesaria para llevar a cabo las funcionalidades implementadas en el sistema.

IV.2.2 Subsistema de gestión de reportes

Para el diseño de este subsistema se realizaron reuniones específicas con los involucrados para detectar sus necesidades de reporte de información por parte del sistema, lo cual contempló la determinación de campos a ser reportados, parámetros de búsqueda y selección, y frecuencia de reporte. El resumen de estas reuniones se muestra en el apéndice F, ITEM 2.

El subsistema de gestión de reportes, fue adaptado a los estándares de la empresa logrando una interfaz sencilla y amigable, el mismo, cuenta con diferentes ventanas que se integran en el sistema para brindar información referente a la actividad de los diferentes proyectos, a nivel de supervisores y gerentes, el listado de reportes básicos se presenta en el Apéndice K. El mismo está organizado por rol dentro del proceso, de tal manera que en el sistema la vista de la data se organiza de la siguiente forma:

- Administrador: abarca la vista de data del sistema referente a usuarios con sus cuentas de acceso al sistema, cargos funcionales y gerencias.
- Ingeniero: abarca la vista de data de los proyectos creados de acuerdo a la asignación de los mismos: proyectos, actividades, recursos, problemas reportados y entregables planificados.
- Supervisor / Gerencias: abarca la vista de data de los proyectos creados con data integrada de los ingenieros a cargo: proyectos, actividades, recursos, problemas reportados, entregables y avance de proyectos.

Los reportes elaborados permiten observar la data ordenada según diferentes criterios: fecha, proyecto y/o servicio, empresa, entre otros, según sea el rol del usuario.

IV.3 Tercera Iteración

La tercera iteración tuvo una duración de cinco (5) semanas, en la misma se abarcaron dos objetivos significativos, la elaboración del subsistema de gestión de la carga masiva para la creación de servicios, y la gestión de reportes correspondiente a las métricas para dar cumplimiento a los requerimientos de certificación de la norma de calidad TL 9000.

IV.3.1 Subsistema de Carga Masiva

El subsistema de carga masiva, consta de un módulo encargado de gestionar el proceso de creación de servicios en grandes cantidades, con esta modalidad, es posible cargar archivos desde la ventana en cuestión que

contengan la información necesaria en formato .CSV[5] tal como se muestra en el Apéndice I.

Este subsistema es utilizado por los administradores generales de la herramienta y los diferentes gerentes y supervisores, para crear varios usuarios y/o servicios, según sea el caso en una sola operación y de forma rápida. La idea es facilitar el trabajo realizado por las personas que interactúan con la herramienta, ofreciendo óptimos resultados en cuanto a tiempos de respuesta y eficiencia para la carga de data.

IV.3.2 Reportes según Norma TL9000

El mismo se presenta como un agregado funcional al subsistema de gestión de reportes de la herramienta, en el cual se incluye el proceso de la data registrada según las fórmulas de cálculo de las métricas implementadas, y las mediciones necesarias para generar reportes, basados en la cuantificación del desempeño de los procesos realizados en servicios de telecomunicaciones.

Para lograr el diseño de este subsistema, se identificaron previamente las diferentes necesidades para cada una de las gerencias involucradas. Para cada gerencia: Ingeniería, Operaciones y Mantenimiento e Instalaciones, se

---

[5] Formato abierto encargado de representar datos en forma de tabla, en el que las columna son separadas por coma (,).

diseñó un menú de opciones diferentes, con el fin de ofrecer los mejores resultados según los privilegios que posea el usuario encargado de manipular el subsistema en cuestión. Esto se consiguió implementando las normas internacionales establecidas por el Sistema de Gestión de Calidad en la industria de las telecomunicaciones, TL9000. (QuestForum, 2000).

Para agregar esta funcionalidad al sistema fue necesario realizar diferentes reuniones con cada una de las gerencias involucradas, tratando como punto principal la prioridad de uso de las diferentes métricas de calidad para el sector de las telecomunicaciones ofrecidas por la norma TL9000. En el apéndice F, ITEM 3 se muestra el resumen de estas reuniones de trabajo.

Ingeniería: Esta gerencia maneja entregables, los cuales son reportes de *Site Survey*, Informe de Barrido, Factibilidad, Ingeniería y *Asbuilt*, es por esto que dicha gerencia pretende orientar las metricas de calidad a evaluar el trabajo realizado por sus ingenieros según los servicios prestados, es decir, la cantidad de entregables enviados al cliente y que están por aprobación del mes de cada uno de los servicios abiertos, así como también la cantidad de reportes generados por cliente atendidos por cliente, separando estos en:

- reportes problema generados,
- reportes problema planificados – atrasados - cerrados al mes,
- número total de reportes de problema atrasados aun abiertos,

- cantidad de entregables recibidos por el cliente durante el mes cumpliendo con la fecha de solicitud del cliente del servicio y,
- cantidad de eventos fuera de servicio causados por Ingeniería en el mes.

Todo esto con la finalidad de obtener mediciones que ayuden a concentrar todos sus recursos para un correcto desempeño en el cumplimiento a tiempo de sus labores.

Operaciones y Mantenimiento (O&M): Para esta gerencia es importante identificar los elementos de red del cliente que el grupo O&M atiende y los cuales conforman el factor de normalización que sirve como base para generar las métricas de calidad, la gerencia maneja las requisiciones de servicios solicitadas por el cliente, así como las detectadas directamente por los ingenieros de O&M, clasificadas bajo el esquema de tickets donde se indica fecha de apertura, fecha de cierre, descripción del evento, solución, etc. y el resultado de la revisión del cliente, esto con el fin de evaluar tanto el desempeño de sus ingenieros como el desempeño que pueden prestar como gerencia a sus clientes, ofreciendo óptimos resultados en el tiempo previsto.

Instalaciones: Como parte del proceso de mejora continua de los procesos realizados por la gerencia, se pretende orientar las métricas de calidad a la medición de sus ingenieros de campo, así como también la rentabilidad del proyecto en cuanto a costo de recursos y material, con esto se logra una mejoría de planificación así como también ahorro de tiempo y dinero,

aportando a la empresa grandes resultados y sobretodo confianza por parte de los clientes involucrados. En el Apéndice H, se puede observar la tabla resumen con la información referente a las métricas de calidad requeridas por la empresa y las gerencias involucradas en dicho proceso.

IV.4 Cuarta Iteración

La cuarta iteración tuvo una duración de tres (3) semanas, en la misma se diseñó e incorporó al sistema, el modelo de seguridad de acceso de acuerdo a los roles involucrados y la permisología asignada, esto con la intención de limitar las diferentes funcionalidades que ofrece la herramienta a los diferentes usuarios.

Para alcanzar el diseño de este modelo, se identificaron previamente los distintos roles que intervienen en el sistema según sus diferentes casos de uso, quedando conformados por: Rol Administrador del Sistema, Rol Ingeniero y Rol Supervisor-Gerente. El modelo de acceso al sistema fue diseñado en conjunto con representantes de las distintas gerencias y coordinaciones asociadas al proyecto y el personal de informática, según se muestra en el Apéndice F, ITEM 4.

Para cada rol fue posible asignar un grado de seguridad y se diseñó un patrón de acceso diferente, según los requerimientos, éste es posible visualizarlo de forma gráfica al iniciar sesión en la herramienta final. En el

Apéndice L se presenta una tabla resumen de descripción de los roles diseñados y su respectiva permisología.

La seguridad de acceso al sistema se desarrolló utilizando la encriptación MD5 como método, el uso de la misma permitió guardar la información correspondiente al usuario en una *cookie* de forma serializada, esta información al ser utilizada, se compara contra la base de datos del sistema, específicamente contra la tabla de usuarios. Esta tarea en cuanto a funcionalidad, corresponde al administrador general del sistema, ya que es el encargado de ingresar por primera vez los registros del usuario al sistema, asignando el rol correspondiente y generando una clave de acceso genérica, que luego puede ser modificada por el propio usuario para mayor seguridad.

IV.5 Quinta Iteración

Esta iteración se cumplió en cinco (5) semanas, siendo la fase más larga del proyecto, esto obedeció a diferentes factores asociados a decisiones de la empresa con relación a la adquisición del servidor. En el transcurso de la misma se desarrolló el subsistema capacitado para brindar a los usuarios sincronización y actualización concurrente y en tiempo real de la data correspondiente a la herramienta.

El subsistema de sincronización y actualización concurrente y en tiempo real de la data, opera bajo la arquitectura cliente servidor, en este caso, los ingenieros encargados de realizar trabajos de campo, son los responsables

de enviar la información necesaria correspondiente a cada una de las actividades que realiza en los proyectos asignados, proporcionando información mediante el uso de la interfaz gráfica del sistema, y generando una respuesta para finalmente ser mostrada al usuario final, que en este caso se trata de los supervisores de cada una de las gerencias involucradas.

De forma más sencilla, el servidor MySQL es el encargado de recibir las solicitudes de los ingenieros, este procesa la solicitud, se conecta a la base de datos de la herramienta y luego envía una respuesta de vuelta a los clientes que en este caso son los diferentes supervisores de proyectos, esto es posible ya que las solicitudes se encolan para ser atendidas y de la misma forma son respondidas, brindando así un desempeño seguro y de calidad.

En esta iteración se llevaron a cabo diferentes pruebas de concurrencia para asegurar la integridad de la data y el buen funcionamiento del sistema, en cuanto a actualización y manejo de las colas de atención de solicitudes de los diferentes usuarios, esto fue posible realizando interacciones múltiples de manera remota. Se utilizaron diferentes computadoras, capaces de conectarse a la aplicación y cumpliendo la función de los ingenieros de la empresa, desde donde se ingresó al sistema y se manipuló la data, de forma tal de observar la eficiencia de la herramienta en cuanto a sincronización y manipulación de la data sin importar que esta fuera utilizada por cualquier cantidad de usuarios (Ver Apéndice D, pruebas funcionales del sistema).

IV.6 Sexta Iteración

Durante la sexta y última iteración, se llevó a cabo la implementación de la herramienta y el desarrollo de pruebas de integración con los ajustes y cambios realizados como resultado de la iteración anterior, así mismo incluyó las pruebas de sistema y la elaboración de la documentación. Esta iteración tuvo una duración de cinco (5) semanas.

Como parte del cumplimiento de los objetivos del proyecto, como etapa final de desarrollo, se certificó en esta última iteración el correcto funcionamiento de cada uno de los subsistemas que conforman la herramienta final. Una vez completados se realizaron las diferentes pruebas de integración y de sistema, todo esto en el ambiente operacional real del sistema desarrollado; como base para la planificación de las pruebas, se emplearon los casos de uso contemplados para cada uno de los roles que desempeñan los usuarios dentro del sistema.

Adicionalmente se elaboró la documentación correspondiente al manual de usuario (Ver Apéndice E), donde se explica detalladamente la funcionalidad de la herramienta describiendo paso a paso como interactuar con el sistema web y todo lo relativo a la visualización de los proyectos y métricas implementadas en el servidor; de igual forma, fue llevado a cabo el adiestramiento necesario para los responsables de manejar el sistema, esto se realizó durante una exposición detallada de las funcionalidades de la

herramienta, con respecto a su uso y operación satisfactoria. En el apéndice F, ITEM 5 se presenta el resumen de esta reunión.

Una vez probada y corregidas las fallas y/o problemas detectados en fase de prueba, la herramienta fue instalada en un equipo permanente de la empresa, denominado servidor y en 4 estaciones de trabajo diferentes, para uso de los gerentes de cada uno de los departamentos involucrados, de esta forma se cubrió con todo lo relativo a la implantación y puesta en marcha del sistema.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

En este capítulo se detallan los resultados obtenidos con base a los objetivos específicos propuestos. El cumplimiento de estos objetivos permitió obtener un sistema web en el cual se gestionan los proyectos con sus respectivas actividades, ofrecidas por Alcatel-Lucent a sus clientes, el cual ofrece la posibilidad de acceso remoto y sincronización de la data en tiempo real, resolviendo de esta manera, la problemática de la empresa para el almacenamiento de la información, ofreciendo además, fácil acceso y disminución de los tiempos de respuesta, todo esto bajo una arquitectura Cliente- Servidor. A continuación se explican los resultados obtenidos por cada objetivo específico planteado.

V.1 Evaluar las distintas tecnologías y plataformas que se pueden utilizar para desarrollar e implementar la solución del problema, según requerimientos establecidos y considerando los estándares de automatización de la empresa.

Se elaboró y presentó ante el tutor empresarial un material explicativo con diferentes criterios de comparación basados en la calidad del producto, junto con la calidad del proceso, así como también la comparación con diferentes parámetros de gran importancia para el equipo de desarrolladores de Alcatel-

Lucent, donde se detallan el análisis y evaluación realizada sobre los tres lenguajes de programación seleccionados: PHP, Python y Ruby.

El resultado estableció **PHP** como la mejor opción a utilizar para el desarrollo de este TIG, con base a la evaluación efectuada (Ver Tabla 4: Valoración de parámetros para cada Lenguaje seleccionado). Se utilizaron diferentes criterios de comparación los cuales permitieron a través de una mesa técnica conformada por personal de informática y ejecutivos de la empresa, valorar dichos criterios para cada lenguaje comparado.

En esta valoración se tomaron en cuenta las necesidades y prioridades de la empresa, y los análisis realizados se basaron en referencias y documentación disponible en la Web (Ver Apéndice G), para establecer los aspectos débiles y fortalezas de cada lenguaje, esto sumado a la ponderación de los criterios de comparación, permitió establecer una conclusión objetiva capaz de ofrecer los mejores resultados para el desarrollo del proyecto.

V.2 Diseñar y desarrollar el subsistema de gestión de reportes para dar cumplimiento a los requerimientos de la Norma TL9000.

Se desarrolló una vista adaptativa, según sea la gerencia, capaz de ofrecer a los gerentes encargados de interactuar con el sistema el mejor resultado de

búsqueda ligado a la generación de métricas de calidad, dando cumplimiento a la norma TL9000 y brindando a sus clientes mayor confianza en las labores ofrecidas.

En el apéndice K se muestra, el conjunto de reportes de utilidad general del sistema para visualizar los proyectos por los distintos actores del sistema en sus diferentes etapas, y por otra parte, en el apéndice H, se muestra la tabla de métricas implementadas en el sistema con base a la información registrada y procesada, dichas métricas conforman mediciones de suma importancia para gestionar de manera eficiente las actividades de los proyectos, y constituyen la base para la implementación de la norma TL9000, lo cual permitirá brindar a sus clientes servicios bajo una certificación de calidad reconocida a nivel mundial.

En el apéndice M se observa la interfaz de gestión de reportes del sistema, en el que se detallan cada una de las actividades realizadas por los ingenieros de campo para determinado proyecto, esta ventana estará disponible para ser vista por ingenieros y el administrador del sistema y para modificar por supervisores y gerentes.

V.3 Diseñar y desarrollar la gestión de carga masiva para la creación de servicios del sistema OLTP.

Para cumplir este objetivo, se desarrolló una ventana que permitiese la creación masiva de servicios, actividades y/o entregables por parte de los

gerentes y supervisores; o cargos y usuarios por parte de los administradores de la herramienta.

En el apéndice I se observa la ventana de interacción a la que tendrán acceso tanto los administradores como los supervisores y gerentes, con la finalidad de facilitar la gestión de creación de servicios, usuarios, cargos y gerencias generales del sistema, así como también la carga masiva de la data recopilada a lo largo de la investigación de este proyecto.

Tal como se explica en el capítulo IV con mayor detalle, la data cargada se realiza desde un archivo CSV, el cual según sea el caso, carga usuarios, cargos, gerencias o servicios; y contiene la información completa, tal como se solicita en la base de datos, de forma tal que se pueda cargar al sistema sin ningún tipo de errores.

V.4 Diseñar e implementar el modelo de la seguridad de acceso de los usuarios al sistema OLTP.

Dando cumplimiento a la asignación de roles de cada uno de los involucrados en este sistema y con la finalidad de restringir la permisología de cada usuario dentro de la herramienta como se observa en el apéndice J, fue posible establecer un modelo de seguridad de acceso encriptado, donde el administrador del sistema, persona encargada de manejar el ingreso de los usuarios al sistema, asigna según el rol y permisología un nombre único de usuario y un nombre de identificación único e intransferible a cada

persona registrada, luego cada uno de estos se encarga de asignar una clave y mantener esta privacidad bajo el algoritmo de reducción criptográfico MD5, controlado desde el código de la herramienta (Ver apéndice N, ilustración 25).

La data se almacena en el campo *"password"* de la tabla "PERSONA" como una cadena de caracteres indescifrables. La forma de acceso al sistema es a través de la ventana principal, donde es verificada y validada por el sistema la información ingresada por el empleado, dando acceso al mismo en caso de que los datos sean correctos o mostrando un mensaje de error en caso contrario, tal como se muestra en el Apéndice N.

V.5 Diseñar y desarrollar la sincronización de los procesos de acceso y actualización concurrente de la data, por parte de las diferentes áreas de gestión de proyectos de la empresa.

Este objetivo, fue cumplido una vez instalados y configurados los programas necesarios para obtener el ambiente de desarrollo adecuado, dentro de los cuales encontramos PHP 5.4.10 y XamppServer. Para el manejo de la base de datos se utilizó la herramienta MySQL y PHPMyAdmin bajo la versión 4.0.9. Todo esto controlado desde un servidor físico ubicado en la empresa y bajo arquitectura Cliente-Servidor, capacitado para el manejo correcto y eficiente de la concurrencia de datos, desde donde se controla la data como una base de datos del servidor y una base de datos del cliente que puede ser

actualizada desde cualquier ubicación geográfica de los ingenieros de campo.

El resultado de la prueba de concurrencia fue realizado con 2 y 3 usuarios, como se puede observar en el apéndice D, esto con la intención de garantizar la eficiencia y el comportamiento estable de la herramienta con respecto al manejo y utilización de la data, visto desde tres situaciones diferentes, todas perfectamente aprobadas y descartadas de errores, con lo cual se demuestra el correcto funcionamiento de la información manejada por la herramienta OLTP.

V.6 Realizar el rediseño del proceso de gestión de servicios y requerimientos de los diferentes departamentos, incorporando criterios de estandarización y eficiencia.

El rediseño del proceso de gestión de servicios fue el resultado de la incorporación del sistema, una vez analizadas las dificultades para el proceso de data y generación de información útil para la toma de decisiones en la gestión de servicios en Alcatel – Lucent. En el apéndice O, ilustraciones 26 y 27, se muestra el antes y después del proceso de gestión de servicios.

Dentro de los cambios e impactos organizacionales observados al implantar el sistema, encontramos una reducción en los tiempos de respuesta y mayor eficiencia del proceso de gestión de servicios, así como también, mayor control de las actividades y una gran disminución del tiempo improductivo

dedicado por cada uno de los involucrados, sean estos los ingenieros, al registrar la data de sus proyectos, o los supervisores y gerentes responsables, al momento de consultar los reportes de actividades. Igualmente se encuentra mayor facilidad en la interpretación de la información reportada por el sistema, gracias a la estandarización de la información disponible a ser compartida entre departamentos y a la oportunidad en la generación de métricas de calidad del proceso.

V.7 Implementar la solución de sistemas diseñada a nivel de todos los departamentos que intervienen en la gestión de proyectos, incluyendo un esquema de documentación orientada a entorno web.

Para la implementación de la herramienta funcional, se procedió a instalar la herramienta en un servidor físico ubicado en la empresa y en distintas computadoras pertenecientes a cada uno de los departamentos involucrados a manera de respaldo. Ver apéndice B.

Una vez instalada la herramienta, se crearon las bases de datos correspondientes a partir de la plantilla ya elaborada y aprobada por la empresa, se establecieron los procedimientos necesarios de explotación y uso de la base de datos, incluyendo los de recuperación y restauración, y finalmente se verificaron y validaron las autorizaciones de acceso al sistema

y a los datos. También fue posible realizar una migración y carga inicial de datos explotando la funcionalidad de carga masiva.

Luego, se realizaron las diferentes pruebas de implantación del sistema según se muestra en el apéndice E, con la finalidad de aplicar medidas correctivas necesarias y garantizar el buen funcionamiento de la herramienta final por parte del equipo de operaciones.

Una vez probada e implementada la herramienta como producto funcional, se hicieron reuniones con el personal de Alcatel-Lucent que interviene en el proceso de gestión de servicios: Supervisores, Gerentes y todo el personal de servicios de las áreas de Ingeniería, O&M e Instalaciones. En esta reunión se evaluó la efectividad del adiestramiento y capacitación de los usuarios, así como la correcta funcionalidad del sistema en cada uno de sus módulos, los cuales fueron comprobados por el usuario. Ver apéndice F, ITEM 5.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.1 Conclusiones

Como producto de este TIG y luego de haber culminado el ciclo de vida del proyecto, se concluyó lo siguiente:

1. El estudio de las tecnologías permitió determinar las cualidades que ofrece cada una de estas para los diferentes entornos de trabajo, y como inciden en el desarrollo eficiente de proyectos, y seleccionar el lenguaje de programación PHP, como la opción que mejor se adaptaba a los requerimientos de la empresa y la exigencia de la herramienta.

2. El aplicar una Metodología Incremental Iterativa facilitó la integración entre el equipo de desarrollo y la empresa, permitiendo una mejor comunicación y entendimiento de los requerimientos durante el proceso de elaboración de cada iteración y el desarrollo completo del proyecto. El resultado final corrobora la efectividad de esta metodología para obtener sistemas más ajustados a las necesidades del cliente, minimizando los riesgos del proyecto.

3. El rediseño de la gestión de los servicios manejados por las gerencias de Ingeniería, Instalaciones y Operaciones y Mantenimiento de Alcatel-Lucent, representa el principal aporte funcional de este trabajo

de grado, ya que significa una mejora en cuanto a tiempo, calidad de trabajo y costos, así como también la satisfacción de los clientes y del personal de la Empresa.

4. La implementación de la arquitectura Cliente-Servidor permite la opción de acceder a la aplicación web desde cualquier lugar geográfico donde se tenga una conexión a internet, esto garantiza la eficiencia y la automatización del proceso de gestión de servicios prestados por la empresa a sus clientes.

5. La aplicación de la norma TL9000 aporta a la empresa Alcatel-Lucent gran cantidad de beneficios de la calidad en todos sus productos y servicios ya que se convierten en proveedores certificados y a su vez facilidad en la validación de sus productos, así como también les permite ahorrar dinero en cuanto a auditorias e inspecciones necesarias.

VI.2 Recomendaciones

Al finalizar el ciclo de vida de este trabajo instrumental de grado, es posible sugerir lo siguiente:

1. Se sugiere mantener la información del sistema actualizada, así como también el servidor con las versiones más recientes de PHP, Apache y MySQL para así garantizar el funcionamiento eficiente y confiable de la herramienta.

2. Proponer como estándar el uso de algún *framework* para desarrollo en PHP de sus futuros proyectos, para así lograr optimizar el tiempo de entrega tanto de módulos como del producto final.
3. Al momento de realizar mantenimiento del sistema, se recomienda respetar la arquitectura utilizada para mantener el buen funcionamiento y orden del mismo.
4. Adicionalmente, se recomienda considerar el rediseño del sistema general, incorporando herramientas como KPI Training y O&M Tickets, de forma tal que los empleados cuenten con una sola herramienta capaz de realizar la mayor cantidad de asignaciones de forma unificada, teniendo en cuenta que muchos de sus usuarios acceden a gran cantidad de sistemas para realizar todas sus labores.
5. Finalmente, se recomienda incorporar el resto de las métricas de calidad necesarias para cumplir con todos los procesos de certificación bajo la norma TL9000, dichas métricas se encuentran en evaluación por el departamento de instalaciones, con la finalidad de estudiar sus propios requerimientos.

BIBLIOGRAFÍA

Alvaladejo, X. (2012). *Desarrollo Iterativo e incremental.* Recuperado el 22 de enero de 2014, de: http://www.proyectosagiles.org/desarrollo-iterativo-incremental

Alvarez, M. (2003). *De donde viene Python.* [Documentacion en línea]. Recuperado 22 de febrero, 2014, de proyecto2grupo12.wikispaces.com/file/view/Investigación+Corta.htm

Cardoso, L. (2006). *Sistemas de Base de Datos II: Teoría aplicada para profesores y estudiantes.* Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.

Ehowenespanol (2010). *Como configurar el servidor Apache en Ubuntu.* [Documentación en línea]. Recuperado 19 de febrero, 2014, de http://www.ehowenespanol.com/configurar-servidor-apache-ubuntu-como_505880/

Fernández, H. (2001), *Implantación de un sistema de calidad Norma ISO 9001:2000.* Asturias: Instituto de Fomento Regional.

Fromdev (2013). *5 Best Programming Languages for Web Developers.* [Documentación en línea]. Recuperado 05 de marzo, 2014, de MySQL (2009). *Informacion General sobre MySQL.* [Documentacion en línea]. Recuperado 26 de febrero, 2014, de http://www.fromdev.com/2013/09/Best-Programming-Languages-Web-Development.html

Hunt, A. Thomas, D. (1999). *El Programador pragmático.* Publicación: Addison-Wesley.

JAC, 1996. *Manual HTML*. [Documentación en línea]. Recuperado 03 de marzo, 2014, de http://www.uv.es/jac/guia/indice.htm.

Laudon, K; Laudon, J. (2012). *Sistemas de Información Gerencial.* México: Pearson.

Matz (2000). *Ruby*. [Documentación en línea]. Recuperado 11 de marzo, 2014, de https://www.ruby-lang.org/es/about/.

MySQL. (2011). *MySQL 5.6 Reference Manual*. [Documentación en línea]. Recuperado 16 de abril, 2014 de http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/es/introduction.html

MySQL. (2014). *MySQL 5.6 Reference Manual*. [Documentación en línea]. Recuperado 16 de abril, 2014 de http://dev.mysql.com/doc/refman/5.6/en/

PHP. (2013). *PHP: Documentation*. [Documentación en línea]. Recuperado 20 de marzo, 2014 de http://php.net/docs.php

Pressman, R. (2006). *Ingeniería del Software: Un enfoque práctico.* México: McGraw-Hill.

Project Management Institute, Inc. (2013). *Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos: Guía del PMBOK – Quinta Edicion.* Pensilvania: Project Management Institute, Inc.

QuEST Forum (2003). *Quality Management System Requirements Handbook.* [Documentación en línea]. Recuperado 12 de febrero, 2014, de: http://www.tl9000.org/handbooks/measurements_handbook.html.

Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del software.* Madrid: Pearson Educación.

Udemy (2011). *Comparativa entre PHP, Ruby, Python*. [Documentación en línea]. Recuperado 05 de marzo, 2014 de http://www.genbetadev.com/lenguajes-de-programacion/infografia-comparativa-entre-php-ruby-y-phython

Universidad Pedagogica y Tecnologica de Colombia (2013). *Gerencia de Calidad basada en la Norma ISO 9001*. [Documentación en línea]. Recuperado 11 de marzo, 2014, de http://www.uptc.edu.co/direccion_extension/2013/ciefed/diplomados/gerenc_calidad/documentos/plegable_dig_iso.pdf

Villar Monserrat, A. (2011). *Soluciones distribuidas para una aplicación cliente/servidor de simulación.* Universitat Politècnica de València. Servicio de Alumnado - Servei d'Alumnat.

Zambrano, A; Serdán, D. (2008). *Diseño y desarrollo de un modelo experimental para la auditoría de sistemas de gestión de calidad total de empresas del sector de Telecomunicaciones.* Escuela superior Politécnica del Litoral.Guayaquil-Ecuador.

Zamora, R. (2011). *Comparativa Python vs PHP vs Java*. [Documentación en línea]. Recuperado 09 de marzo 2014, de http://webplusplus.blogspot.com/2011/11/comparativa-python-vs-php-vs-java.html