

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB
PARA EL REGISTRO Y MONITOREO DE LAS BTS DE UNA
EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES**

Tesis para optar el Título de **Ingeniero de las Telecomunicaciones**, que presenta el
bachiller:

PAULO CÉSAR PACHAS MATÍAS

ASESOR: ING. ARTURO GUSTAVO DÍAZ ROSEMBERG

LIMA, NOVIEMBRE DE 2018

DEDICATORIA

A mis padres, Martha y César, quienes desde Chincha me han dado su apoyo incondicional en todo momento.

A mi tía, Delia Matías, por recibirme en su hogar desde el año 2009, año en que inicié mi carrera universitaria.

A mis abuelos maternos, Esther y Florentino, quienes desde el cielo me han acompañado en este largo camino. A mis abuelos paternos, Paula y Marcelino, con quienes estaré eternamente agradecido por todo su apoyo en estos años.

A mis hermanos y primos, por hacer de esta vida universitaria en Lima una experiencia inolvidable.

AGRADECIMIENTO

A mi familia por acompañarme en todos estos años, especialmente a mis padres Martha y César, a quienes he extrañado en estos años de estudio en Lima y quienes han sido mi principal motivo para terminar mi carrera universitaria.

A mi asesor, el Ingeniero Arturo Díaz Rosemberg, por su apoyo y confianza en mí para la realización de este proyecto.

A todas las personas en la empresa Viettel Perú S.A.C que de alguna forma me apoyaron en la finalización de este trabajo.



Resumen

El presente trabajo de tesis consiste en diseñar e implementar un aplicativo web de uso sencillo e intuitivo basado en la programación orientada a objetos para el registro de las BTS de una empresa de telecomunicaciones, con la finalidad de monitorear y actualizar los distintos estados de las BTS.

El primer capítulo expone el problema actual a resolver, sus causas y efectos. Posteriormente se concluye esta sección indicando los objetivos planteados en el presente trabajo.

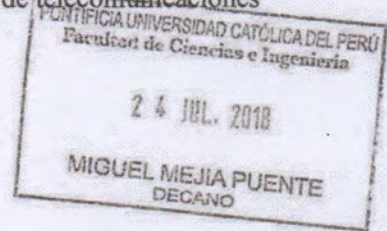
El segundo capítulo describe el marco teórico, donde se revisan los distintos *frameworks* para desarrollo web, el concepto de bases de datos y su utilidad en un aplicativo web, el alcance y limitaciones del aplicativo web a desarrollar, así como el impacto ambiental y social que se presenta en la presente tesis como solución de ingeniería.

El tercer capítulo describe las herramientas de trabajo necesarias para desarrollar la *web*, los requisitos mínimos de la aplicación, la estructura de la base de datos y del aplicativo *web*.

Finalmente, el cuarto capítulo describe el proceso seguido para la implementación de la aplicación web. Se muestra detalladamente el entorno de desarrollo seleccionado, la elaboración de la base de datos, plan de pruebas y el despliegue de la *web* en un servidor. Se concluye el capítulo mostrando la aplicación final así como cada una de las funciones que la compone.

**TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE
TELECOMUNICACIONES**

Título : Diseño e implementación de una aplicación web para el registro y monitoreo de las BTS de una empresa de telecomunicaciones
Área : Tecnologías flexibles #332
Asesor : Ing. Arturo Gustavo Díaz Rosemberg
Alumno : Paulo César Pachas Matías
Código : 20101868
Fecha : 04/07/18



Descripción y Objetivos

En la actualidad, la demanda de acceso a servicios de voz y datos en el Perú se ha incrementado debido a la necesidad de estar comunicados. Por ello, un operador móvil, siguiendo esta tendencia, combina de manera óptima su banda de espectro radioeléctrico, la tecnología y la infraestructura. Sin embargo, también es necesario proveer a los clientes un servicio de calidad apropiado en un mercado peruano donde la competencia es contante entre cuatro operadores móviles. Por tanto, para mejorar la calidad de los servicios de voz y datos se debe incrementar la infraestructura de telecomunicaciones.

Ante esta situación, la empresa Viettel Perú S.A.C, cuarto operador móvil desde 2014, inició el despliegue de estaciones base, conocidas también como BTS (Base Transceiver Station), en distintas zonas rurales y urbanas del territorio peruano. Sin embargo, uno de los inconvenientes que la empresa de origen vietnamita enfrenta es el proceso para registrar una BTS antes de su integración a la red móvil. Dicho proceso abarca etapas que van desde la preparación de documentos necesarios para la construcción de la BTS hasta la elaboración del documento que describe las principales características de la nueva BTS. Además, el proceso se extiende si no se tiene una correcta coordinación entre los departamentos involucrados, los cuales deben hacer uso correos electrónicos o llamadas de voz para conocer el estado actual de una BTS en desarrollo. La presente tesis tiene como objetivo diseñar e implementar un aplicativo web de uso sencillo e intuitivo basado en la programación orientada a objetos para el registro de las BTS de una empresa de telecomunicaciones, con la finalidad de monitorear y actualizar los distintos estados de las BTS. Para cumplir con el objetivo planteado, el estudio se realizará en base a información de la empresa de telecomunicaciones Viettel Perú S.A.C, del cual se adaptará una base de datos para motivos de diseño, análisis e implementación del aplicativo web.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Especialidad de Ingeniería de las Telecomunicaciones



Ing. GUMERCINDO BARTRA GARDINI
Coordinador



**TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE
TELECOMUNICACIONES**

Título : Diseño e implementación de una aplicación web para el registro y monitoreo de las BTS de una empresa de telecomunicaciones

Índice

Introducción

1. Contexto y visión

2. Marco Teórico

3. Diseño del aplicativo Web

4. Implementación y Pruebas finales

Conclusiones

Recomendaciones

Bibliografía

Anexos

Máximo : 100 páginas



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Especialidad de Ingeniería de las Telecomunicaciones



Ing. GUMERCINDO BARTRA GARDINI
Coordinador



Índice

Lista de Figuras	VI
Lista de Tablas	VIII
GLOSARIO.....	IX
<i>Introducción</i>	1
<i>Capítulo 1</i>	2
1.1 Situación actual.....	2
1.2 Formulación del Problema.....	4
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos.....	7
<i>Capítulo 2</i>	8
2.1 Aplicaciones web	8
2.1.1 Definición	8
2.1.2 Principales <i>frameworks</i> para aplicaciones web	9
2.1.3 Elección del framework a utilizar.....	13
2.2 Base de Datos.....	14
2.2.1 SQL (<i>Structured Query Language</i>).....	15
2.2.2 Herramientas de desarrollo	16
2.3 Alcance y limitaciones.....	16
2.3.1 Alcance	16
2.3.2 Limitaciones y riesgos	16
2.4 Justificación y viabilidad.....	17
2.4.1 Justificación del proyecto de tesis	17
2.4.2 Análisis de viabilidad del proyecto.....	18
2.5 Impacto de la solución de ingeniería	19
2.5.1 Impacto ambiental	19
2.5.2 Impacto social	20
<i>Capítulo 3</i>	21

3.1 Herramientas de trabajo	21
3.1.1 Balsamiq Mockups	21
3.1.2 MySQL Workbench	22
3.1.3 NetBeans IDE 8.2.....	22
3.2 Análisis de requisitos del aplicativo web	22
3.2.1 Requisitos de Información	23
3.2.2 Requisitos Funcionales.....	25
3.2.3 Requisitos de Seguridad.....	27
3.2.4 Requisitos de interfaces externas (<i>Software y Hardware</i>)	28
3.3 Estructuración de base de datos.....	28
3.4 Estructuración del aplicativo web.....	28
3.4.1 Mockups de las vistas del aplicativo web	28
Capítulo 4	33
4.1 Entornos de desarrollo seleccionados	33
4.2 Construcción base de datos.....	33
4.3 Construcción del aplicativo web	34
4.3.1 Configuración de Spring MVC	35
4.3.2 Configuraciones adicionales	35
4.3.3 Configuración de la Librería Aspose.....	36
4.4 Plan de Pruebas.....	37
4.4.1 Plan de Pruebas: Registro de una BTS	37
4.4.2 Plan de Pruebas: Actualización de la información de una BTS	38
4.4.3 Plan de Pruebas: Búsqueda de una BTS.....	38
4.4.4 Visualización del estado de las tareas de la primera fase.....	38
4.4.5 Visualización del estado de las tareas correspondientes a la fase 2	38
4.4.6 Visualización del estado de las tareas de la fase 3	39
4.4.7 Actualización de las tareas correspondientes a las fases 1, 2 y 3.....	39
4.4.8 Generación del documento “Record of BTS”	39
4.5 Puesta en producción	40
4.5.1 Servidor seleccionado	40
4.5.2 Despliegue en el servidor de pruebas.....	40
4.6 Prueba de la aplicación web	41

4.7 Análisis Económico..... 50

 4.7.1 Inversión..... 50

 4.7.2 Ahorro 51

4.8 Resultados..... 53

 4.8.1 Encuesta 54

 4.8.2 Estadísticas y utilización del servidor de pruebas..... 54

 4.8.3 Pruebas de estrés..... 55

Conclusiones..... 60

Recomendaciones 61

Bibliografía 62

Anexos 70



Lista de Figuras

FIGURA 1 - 1: Acceso de hogares a telefonía móvil y smartphone.	3
FIGURA 1 - 2: Estación Base o Site	4
FIGURA 1 - 3: Árbol de causas y efectos	6
FIGURA 2 - 1: Arquitectura de Spring.	10
FIGURA 2 - 2: Arquitectura de Hibernate.	13
FIGURA 3 - 1: Aplicación nativa de Balsamiq mockups para windows	22
FIGURA 3 - 2: Documento para solicitar creación de cuenta autorizada	27
FIGURA 3 - 3: Esbozo de interfaz de inicio/Registro	29
FIGURA 3 - 4: Interfaz Principal	29
FIGURA 3 - 5: Interfaz de registro de BTS	30
FIGURA 3 - 6: Interfaz para actualizar BTS.....	30
FIGURA 3 - 7: Interfaz tareas fase 1 y 2.....	31
FIGURA 3 - 8: Interfaz Acta de BTS	31
FIGURA 3 - 9: Interfaz de error.....	32
FIGURA 4 - 1: Base de datos “onairproject”	34
FIGURA 4 - 2: Dependencias en archivo pom.xml.....	35
FIGURA 4 - 3: Plantilla de Acta de BTS.....	36
FIGURA 4 - 4: Ventana para iniciar sesión.....	41
FIGURA 4 - 5: Ventana principal de la aplicación.....	41
FIGURA 4 - 6: Ventana para registrar una nueva BTS.....	42
FIGURA 4 - 7: Validación de campos antes de ser almacenados	42
FIGURA 4 - 8: Tabla de BTS registradas en la aplicación web.....	43
FIGURA 4 - 9: Opción para seleccionar la cantidad de BTS a mostrar en la tabla.....	43
FIGURA 4 - 10: Búsqueda de BTS	44
FIGURA 4 - 11: Opciones adicionales de BTS	44
FIGURA 4 - 12: Actualizar información básica de BTS	45
FIGURA 4 - 13: Lista de tareas de BTS	45
FIGURA 4 - 14: Sección “Mediciones en exteriores”	46
FIGURA 4 - 15: Sección “Diseño e infraestructura”	46

FIGURA 4 - 16: Sección “Filtros y conectores”	47
FIGURA 4 - 17: Sección “Prueba de servicios básicos”	47
FIGURA 4 - 18: Acta de BTS	48
FIGURA 4 - 19: Ventana correspondiente a “Parámetros de desempeño”	48
FIGURA 4 - 20: Opción de búsqueda en la tabla “Parámetros de desempeño”	49
FIGURA 4 - 21: Columna Información en la tabla “Parámetros de desempeño”	49
FIGURA 4 - 22: Ventana “Progreso de tareas de BTS”	50
FIGURA 4 - 23: Estadísticas y utilización de servidor con alias BTSETEL	54
FIGURA 4 - 24: Comando para obtener la información del servidor de pruebas	55
FIGURA 4 - 25: Información del servidor de pruebas	56
FIGURA 4 - 26: Configuración del escenario de pruebas	56
FIGURA 4 - 27: URL con las funciones para la prueba de estrés en el servidor	57
FIGURA 4 - 28: Resultados de prueba de estrés para 500 usuarios	57
FIGURA 4 - 29: Resultados de las URL para cada prueba	58



Lista de Tablas

Tabla 2 - 1: Tabla de las principales ventajas del framework Spring MVC	14
Tabla 2 - 2: Usuarios de la base de datos	15
Tabla 2 - 3: Tipos de sentencias en SQL y sus objetivos particulares	15
Tabla 3 - 1: Tabla de almacenamiento de Usuario.....	23
Tabla 3 - 2: Tabla de almacenamiento de BTS.....	23
Tabla 3 - 3: Tabla de tareas a cumplir en una BTS.....	24
Tabla 3 - 4: Tabla del Acta BTS.....	24
Tabla 4 - 1: Tabla de especificaciones de servidor Bitel para una aplicación web	40
Tabla 4 - 2: Inversión para la capacitación del personal.....	50
Tabla 4 - 3: Inversión para la realización del software propuesto	51
Tabla 4 - 4: Inversión para la adquisición de servidor privado virtual y certificado de seguridad para el sitio web	51
Tabla 4 - 5: Pago a desembolsar en el escenario actual.....	51
Tabla 4 - 6: Pago a desembolsar si cuenta con el software propuesto.....	52
Tabla 4 - 7: Flujo de ingresos, gastos y cálculo de Valor actual neto.....	53

GLOSARIO

BTS	:	Base Transceiver Station
M2M	:	Machine To Machine
IoT	:	Internet Of Things
LTE	:	Long Term Evolution
GSM	:	Global System for Mobile Communications
VSAT	:	Very Small Aperture Terminal
NOC	:	Network Operation Center
JVM	:	Java Virtual Machine
J2EE	:	Java 2 Enterprise Edition
API	:	Application Programming Interface
JSP	:	Java Server Pages
XML	:	eXtensible Markup Language
MVC	:	Model – View- Controller
HTML	:	HyperText Markup Language
JSF	:	JavaServer Faces
IDE	:	Integrated Development Environment
ORM	:	Object Relational Mapping
POJO	:	Plain Old Java Object
HQL	:	Hibernate Query Language
CRUD	:	Cread, Read, Update, Delete
DBMS	:	DataBase Management System
GPL	:	General Public License
OSIPTEL	:	Organismo supervisor de inversión privada en telecomunicaciones
SQL	:	Lenguaje estructurado de consulta a base de datos
ANSI	:	Instituto Americano de Normalización
ISO	:	Organización Internacional de Normalización
FRAMEWORK	:	Esquema para desarrollar e implementar una aplicación web

Introducción

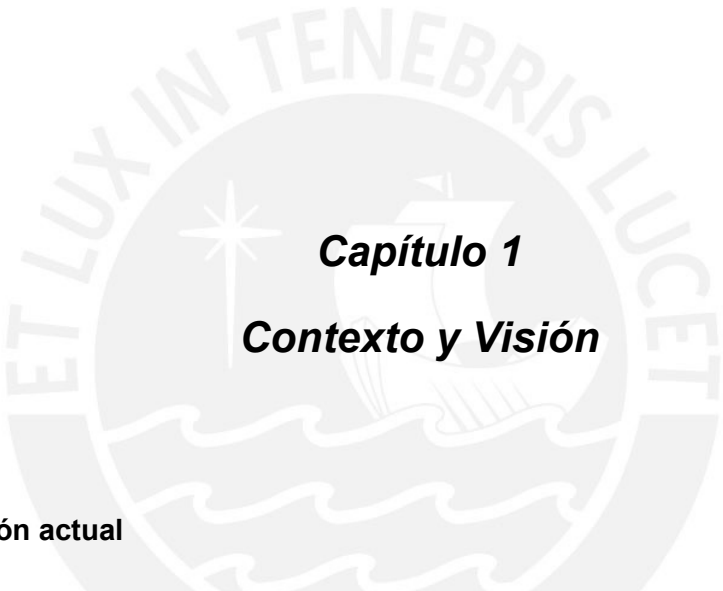
En la actualidad, la demanda de acceso a servicios de voz y datos en el Perú se ha incrementado debido a la necesidad de estar constantemente comunicados. Por ello, un operador móvil, siguiendo esta tendencia, combina de manera óptima su banda de espectro radioeléctrico, la tecnología y la infraestructura. Sin embargo, también es necesario proveer a los clientes un servicio de calidad apropiado en un mercado peruano donde la competencia es constante entre cuatro operadores móviles. Por tanto, para mejorar la calidad de los servicios de voz y datos se debe incrementar la infraestructura de telecomunicaciones.

Como respuesta a esta situación, la empresa Viettel Perú S.A.C, cuarto operador móvil desde el año 2014, inició el despliegue de estaciones base, conocidas también como BTS (del inglés *Base Transceiver Station*), en distintas zonas rurales y urbanas del territorio peruano. Sin embargo, uno de los inconvenientes que la empresa de origen vietnamita enfrenta es el proceso para registrar una BTS antes de su integración a la red móvil. Dicho proceso abarca etapas que van desde la preparación de documentos necesarios para la construcción de la BTS hasta la elaboración del documento que describe las principales características de la nueva BTS. Además, el proceso se extiende si no se tiene una correcta coordinación entre los departamentos involucrados, los cuales deben hacer uso de correos electrónicos o llamadas de voz para conocer el estado actual de una BTS en desarrollo.

Aumentar la cantidad de personal no es la mejor solución, no solo por el factor económico que implicaría sino por el tiempo adicional que se necesitaría para capacitar al nuevo personal en la ejecución de sus tareas.

La presente tesis tiene como objetivo diseñar e implementar un aplicativo web de uso sencillo e intuitivo basado en la programación orientada a objetos para el registro de las BTS de una empresa de telecomunicaciones, con la finalidad de monitorear y actualizar los distintos estados de las BTS, antes de su integración a la red móvil.

Para cumplir con el objetivo planteado, el estudio se realizará en base a información de la empresa de telecomunicaciones Viettel Perú S.A.C, de la cual se adaptará una base de datos para motivos de diseño, análisis e implementación del aplicativo web.



Capítulo 1

Contexto y Visión

1.1 Situación actual

Actualmente, la preferencia por las comunicaciones móviles como la telefonía móvil o el acceso a internet desde un *smartphone* se ha incrementado fuertemente a nivel mundial, y el Perú no es ajeno a esa tendencia. El porcentaje de hogares con acceso a *smartphone* o telefonía móvil se muestra en la figura 1-1 [OSI2014]

En base a información presentada a finales de 2016, se tiene que Perú alcanzó los 36.99 millones de líneas móviles; una cantidad que representa 8% más que en 2015 y 39% más que en 2010. Estas cifras son una muestra de la tendencia que sigue el mercado de telefonía en el territorio peruano, una tendencia de aumento continuo, la cual no se detiene incluso frente a las nuevas barreras como los sistemas biométricos, implantadas por OSIPTEL, que buscan reducir los niveles de informalidad en la contratación de servicios móviles prepago o postpago. [OSI2016]

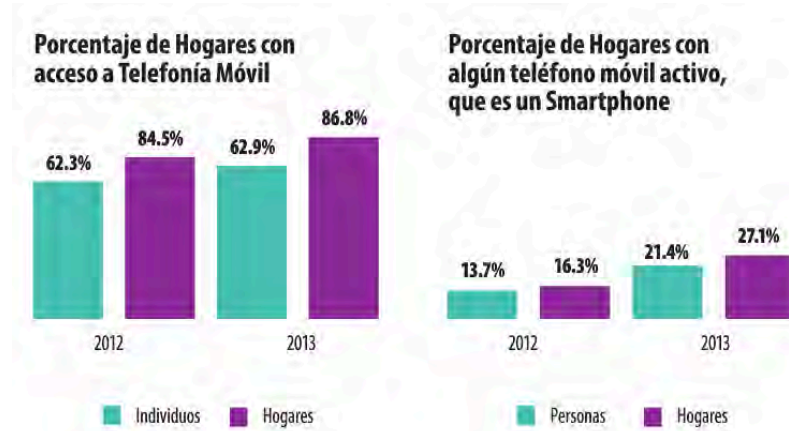


FIGURA 1 - 1: Acceso de hogares a telefonía móvil y smartphone.

Fuente: Infraestructura de redes móviles en el Perú: Análisis y recomendaciones para promover su mejora [OSI2014]

Además, se estima que para 2020 se llegará a la cifra de 50 billones de dispositivos conectados, lo cual será impulsado por el concepto “M2M” (del inglés *Machine to Machine*) donde se buscará la interconexión de máquinas con internet. Entonces, lo que se espera en el futuro es el crecimiento de aplicaciones “M2M”, del Internet de las cosas y el establecimiento de ciudades inteligentes, las cuales en estos momentos ya son una tendencia a nivel mundial. [PAL2013]

Ante esta situación, los operadores buscan combinar de manera óptima tres elementos fundamentales: bandas de espectro radioeléctrico, la infraestructura y la tecnología disponible. Así por ejemplo, las tecnologías más eficientes pueden ser usadas para compensar la poca tenencia de espectro. Similarmente, las operadoras con un mayor espectro podrían requerir de un menor despliegue de estaciones base. Sin embargo, el futuro de un país exige un despliegue continuo y progresivo de más estaciones bases que permitan atender la demanda creciente de banda ancha móvil. [OSI2014]

Mejorar e incrementar la infraestructura de telecomunicaciones es importante si se desea brindar un nivel de calidad apropiado de los servicios de voz y datos, y para brindar dichos servicios la infraestructura de acceso primordial son las estaciones bases o *sites*.

Las estaciones bases son conocidas como celdas o *sites* y en particular, las estaciones base que contienen equipamiento 2G son conocidas mayormente como BTS (del inglés *Base Transceiver Station*), y las estaciones base que contienen equipamiento 3G son

conocidas como Nodos B. La siguiente figura 1-2 elaborada por OSIPTEL muestra las partes que comprende una estación base:

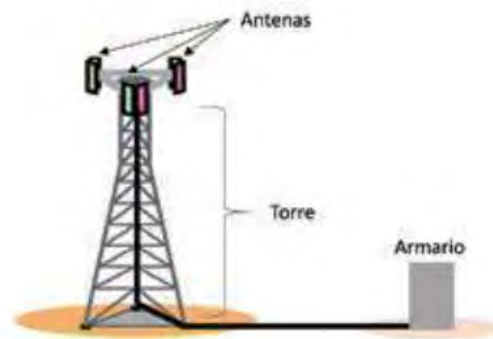


FIGURA 1 - 2: Estación Base o Site
Fuente: [OSI2014]

Antenas

Son los elementos radiantes que hacen posible la conexión inalámbrica a equipos terminales de usuarios con las estaciones base y la red de los operadores.

Torre

Es la infraestructura sobre la cual se soportan las antenas

Armario

El armario de telecomunicaciones contiene los elementos para procesar la información de voz y datos, y se conecta a la antena a través de cables alimentadores.

1.2 Formulación del Problema

La empresa Viettel Group, una empresa vietnamita de telecomunicaciones, ganó la buena pro de la concesión para prestar servicios de telecomunicaciones en la banda de 1900 MHz, lo que le permitió ser el cuarto operador de telefonía móvil que opera en el Perú. [COM2011]

Inició operaciones en el mercado peruano en Julio de 2014 y en la segunda quincena de diciembre del año 2016 presentó de forma oficial el servicio 4G LTE a nivel nacional en la banda de 900 MHz. [COM2016]

Ante la demanda creciente en el mercado de telefonía móvil ha incrementado la infraestructura de telecomunicaciones para brindar de manera adecuada y con un nivel

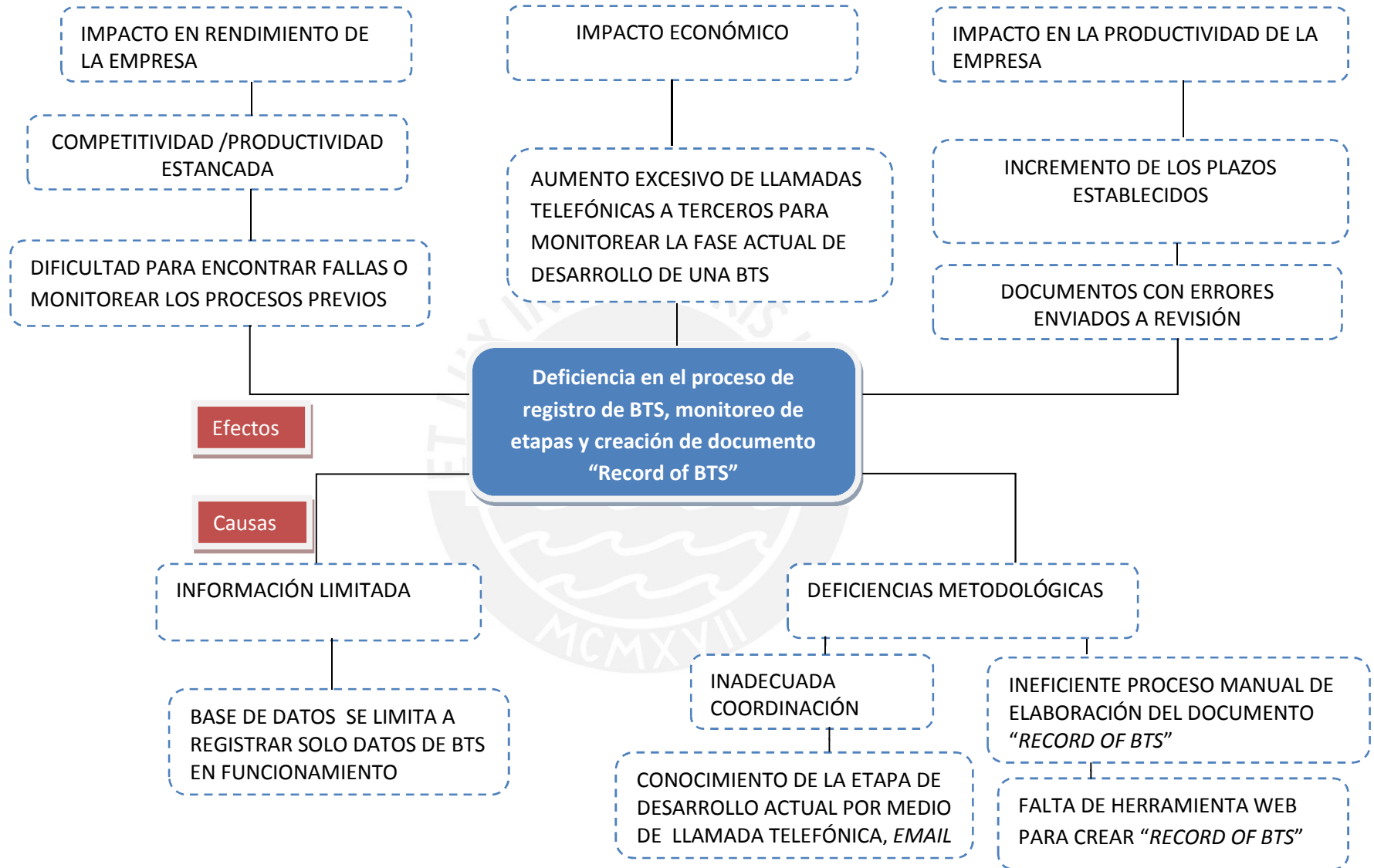
de calidad apropiado sus servicios móviles. Como parte del crecimiento en infraestructura para proveer servicios de voz y datos móviles es que se están desplegando un mayor número de BTS en zonas rurales y urbanas.

Actualmente, el procedimiento estándar, antes de integrar una BTS a la red móvil, tiene una serie de pasos que pueden clasificarse en tres módulos. El primer módulo consiste en la búsqueda de un lugar, el cual es recomendado por el departamento de Radio, para la instalación de la BTS. En este módulo también se preparan los documentos necesarios para obtener la licencia de funcionamiento por parte de la municipalidad, así como el contrato de alquiler con el dueño del sitio. El segundo módulo abarca la construcción de la base donde se instalará la torre, instalación de equipos, conexiones eléctricas y selección del medio de transmisión, el cual puede ser microondas, fibra óptica o VSAT. El tercer módulo consiste en evaluar el rendimiento de la BTS realizando pruebas de llamadas, envío de mensajes o descarga de datos, así como evaluar las alarmas. Todos estos resultados deben ser registrados en documentos o actas, que luego se envían a los departamentos responsables para su respectiva evaluación y aprobación.

Una de las deficiencias de todo el proceso mencionado es que las coordinaciones de las distintas etapas, entre los departamentos encargados como Radio o NOC (*Network Operation Center*), se hacen a través de correos electrónicos o llamadas telefónicas. Pero sobre todo el principal inconveniente o deficiencia es que no se tiene una herramienta que permita visualizar las BTS registradas, conocer en qué estado o etapa de construcción se encuentran o generar reportes de BTS según su ubicación, etapa de desarrollo u otra característica. En general, solo se registra una BTS en una base de datos cuando esta finalmente ya está en funcionamiento.

Además, el personal técnico debe viajar hasta la ubicación de una BTS para tomar datos, y retornan a una de las oficinas para preparar posteriormente un documento llamado "*Record of BTS*", el cual contiene las principales características de la BTS.

FIGURA 1 - 3: Árbol de causas y efectos
Fuente: Elaboración propia



1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

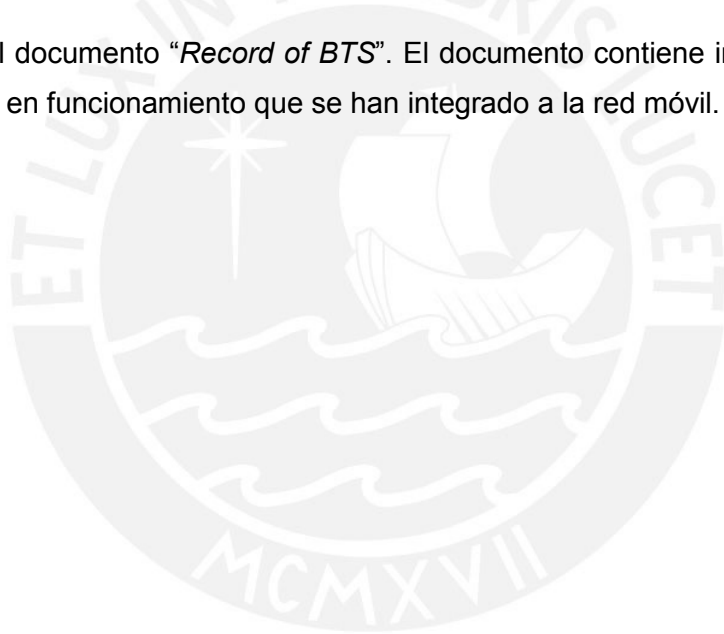
-Diseñar e implementar un aplicativo web intuitivo para el registro de las BTS de una empresa del sector de telecomunicaciones.

1.3.2 Objetivos específicos

-Diseñar e implementar un aplicativo web que esté basado en un *framework* de Java, que permita registrar una BTS así como monitorear el estado o etapa en la que se encuentra.

-Crear una base de datos que almacene la información de cada BTS registrada (ubicación, nombre, tipo de transmisión empleado, *throughput*, etc.)

-Generar el documento "*Record of BTS*". El documento contiene información detallada de las BTS en funcionamiento que se han integrado a la red móvil.





Capítulo 2

Marco Teórico

2.1 Aplicaciones web

2.1.1 Definición

Se conoce como aplicación web a la aplicación informática con una interfaz de usuario que puede ser accedida desde un cliente web, normalmente un navegador web. Habitualmente destaca por acceder a una base de datos y contar con procesamiento desde un servidor. [ISI2017]

Sin embargo, la dificultad de crear un aplicativo web reside en el manejo del código fuente, archivos de configuración, librerías, entre otros componentes. En el desarrollo tradicional, todo el código generado y su administración dependían de un grupo de personas encargadas del desarrollo de la aplicación.

Ante esta problemática surgen los *frameworks* con el objetivo de normalizar y estructurar el código de una aplicación. Facilitan al programador un esqueleto o patrón para la implementación de aplicaciones, reducen el tiempo de elaboración de código y ayudan a elaborar un trabajo mantenible y escalable. [GUM2016]

2.1.2 Principales *frameworks* para aplicaciones web

Actualmente, se tienen distintas opciones para la implementación de una aplicación web. En la presente tesis se ha elegido el lenguaje de programación Java para el desarrollo del aplicativo web. Esta decisión tiene como justificación la política de instalación y uso de *software* establecido para el departamento de software de Viettel Perú S.A.C. En esta política se indica que el desarrollo de portales web, implementación de firmas digitales, *webservices*, aplicaciones móviles y similares, deberá realizarse en base al lenguaje de programación Java. Adicionalmente, los servidores que alojarán las aplicaciones web futuras, han sido configurados para soportar este tipo de lenguaje de programación.

Entonces, sabiendo que se utilizará Java como lenguaje de programación, queda por decidir qué *framework* utilizar. Dentro de la lista de principales *frameworks* está *Spring*, desarrollado por la *Spring Source*. Es un *framework* que surgió como una alternativa ligera para la plataforma J2EE. Es uno de los *frameworks* más populares y ofrece soporte para distintas aplicaciones, incluso aquellas dedicadas al entorno empresarial en Java. [GAM2016]

Otra alternativa es *Struts*, desarrollado por el consorcio Apache, un *framework* que agiliza el desarrollo de aplicaciones de internet. Enfocada en aplicaciones de gran tamaño, *Struts* gestiona el aplicativo web y sus tareas como enrutamiento de páginas, validaciones, creación de formularios, integración con servidores Java EE (Tomcat, WebSphere, WebLogic), entre otros. [STR2015]

Adicionalmente, se tiene el *framework JavaServer Faces*, el cual está basado en el patrón modelo-vista-controlador y dedicado al desarrollo de interfaces de usuarios en aplicaciones Java EE. [8787] Integra una API para la representación de componentes de interfaz de usuario, manejo de eventos y definición de la navegación de páginas. También incluye librerías de etiquetas JSP personalizadas para indicar componentes en la interfaz de usuario y enlazarlas al servidor. [AND2017]

Finalmente, el *framework Hibernate* facilita al desarrollador la programación del código fuente ya que apenas requiere de la configuración de un archivo XML para mapear tablas de una base de datos y clases. [BLO2016]

En la siguiente sección se analiza con mayor detalle cada *framework* mencionado anteriormente y se realiza la selección del más conveniente para el presente trabajo.

2.1.2.1 Spring MVC

Es un *framework open source*, desarrollado inicialmente por la compañía *Interface 21*, basado en el patrón modelo-vista-controlador para aplicaciones escritas en el lenguaje de programación Java. Su arquitectura modular, dividida en 7 capas, facilita el trabajo del programador ya que permite seleccionar y utilizar con gran libertad las capas de interés para el proyecto a desarrollar. [GAM2016]

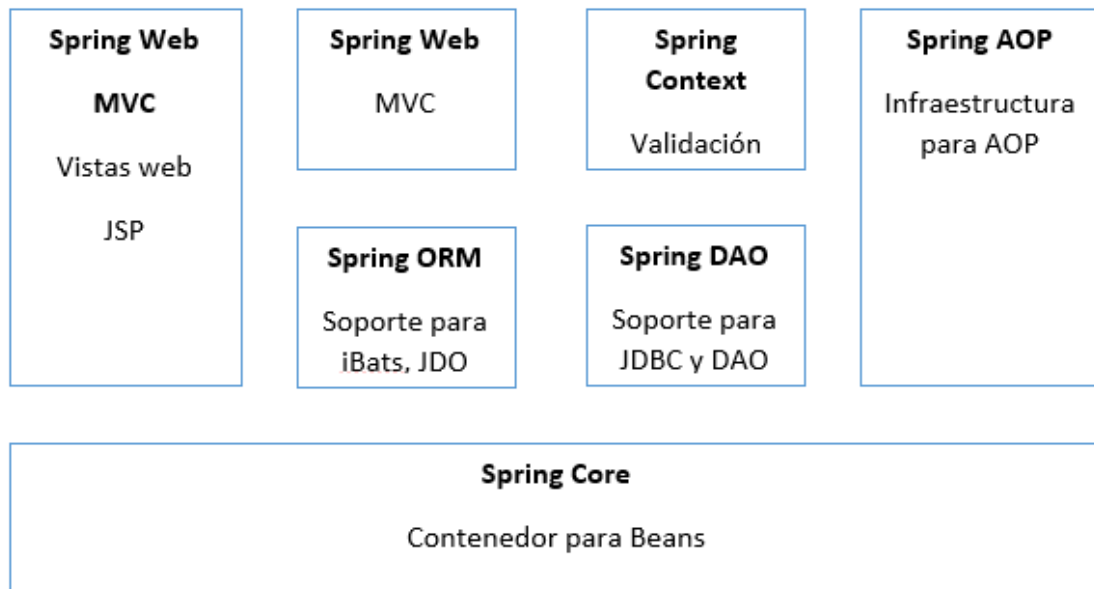


FIGURA 2 - 1: Arquitectura de Spring.
Fuente [GAM2016]

Sobre el patrón Modelo-Vista-Controlador, este funciona como una guía de diseño de arquitecturas de aplicaciones que ofrecen una fuerte interactividad con usuarios. Con este patrón se organiza la aplicación en tres modelos separados. El primero es un modelo que se utiliza para representar los datos de aplicación así como las reglas de negocio, el segundo es una agrupación de vistas que representa formularios de entrada y salida de información, el tercero es el conjunto de controladores que se encarga de procesar peticiones realizadas por los usuarios y sobre todo se encarga de controlar el flujo de ejecución del sistema. [GUT2016]

Flujo de control del patrón MVC

Se puede dividir en 5 partes [GUT2016]:

- Usuario realiza una acción en la interfaz

- b) El controlador trata el evento de entrada
- c) El controlador notifica al modelo la acción realizada por el usuario. Esto puede implicar un cambio del estado del modelo.
- d) Se genera una nueva vista y es la vista quien toma los datos del modelo.
- e) La interfaz de usuario espera por otra acción del usuario.

MVC en aplicaciones Web

Comprende tres partes fundamentales [GUT2016]:

- a) Vista: consta de páginas HTML
- b) Controlador: Es un código que obtiene datos dinámicamente y genera además el contenido HTML.
- c) Modelo: se trata de la información almacenada en una base de datos o en XML.

2.1.2.2 Struts

Creado por la fundación Apache en el año 2000, *Struts* es un proyecto *open source* que facilita el desarrollo de aplicaciones *JSP-Servlets*. Basado en el patrón de arquitectura MVC (Modelo, Vista y Controlador), ofrece distintas funcionalidades muy requeridas en aplicaciones complejas de Java web, de las cuales destacan [OSM2011]:

- a) Uso de *Java Beans*.
- b) Diseño de *templates* o *tiles*.
- c) Disponibilidad de *servlet* controlador.
- d) Tag para JSP con lógica de ejecución.
- e) Validación de datos de formularios.
- f) Navegación por diferentes páginas mediante mapeo de acciones, también conocido como "*action mappings*".

2.1.2.3 JSF

JavaServer Faces (JSF) es un *framework* para aplicaciones web basadas en *Java* orientado a la simplificación del desarrollo de interfaces de usuario. Incluye un API para representar las partes de una interfaz de usuario, realizar validaciones, manejar eventos y definir el esquema de navegación de las páginas del aplicativo web.

Al crear una aplicación en *JavaServer Faces*, esta estará conformada por los siguientes elementos:

- a) Biblioteca de etiquetas. Cada etiqueta añade un componente de interfaz de usuario a la página web en desarrollo.

- b) Conjunto *Backed Bean*, los cuales contienen los *JavaBeans* que definen las propiedades y funciones de los componentes de interfaz.
- c) Ficheros de configuración que definen las normas de navegación de la página.
- d) Un archivo *web.xml* o descriptor de despliegue que especifica el fichero a cargar por defecto cuando se ejecuta la aplicación.

2.1.2.4 Hibernate

Herramienta ORM completa que parte de la filosofía de mapear objetos Java, también conocidos como POJO (*Plain Old Java Object*). Utiliza objetos Java definidos por el usuario tal cual, esto quiere decir que no emplea técnicas como generación de código, implementación de interfaces específicas, ni heredar de una superclase. [CAR2016]

Razones para usar *Hibernate*

Entre las principales razones encontramos [AUL2016]:

- a) Simplicidad y flexibilidad: Solo necesita de un único fichero de configuración en tiempo de ejecución. Los objetos no tienen que heredar de una clase *hibernate*, y tampoco necesitan de un contenedor para funcionar.
- b) Completo: ofrece todas las características de orientación a objeto, como herencia y colecciones. Proporciona una capa de abstracción SQL conocida como HQL: *subqueries, joins, ordering*, paginación, entre otros.
- c) Mantenibilidad: Al haber menos código la aplicación es más mantenible.
- d) Productividad: Ahorro de trabajo engorroso o repetitivo
- e) Uso de anotaciones: ficheros XML de mapeo, de donde se obtiene la información para realizar operaciones CRUD (*Cread, Read, Update, delete*)
- f) Cuenta con documentación actualizada y una comunidad amplia y activa.

Arquitectura

El API de *hibernate* es una arquitectura de dos capas que son la capa de persistencia y la capa de negocio. La siguiente figura 2-2 muestra la arquitectura:

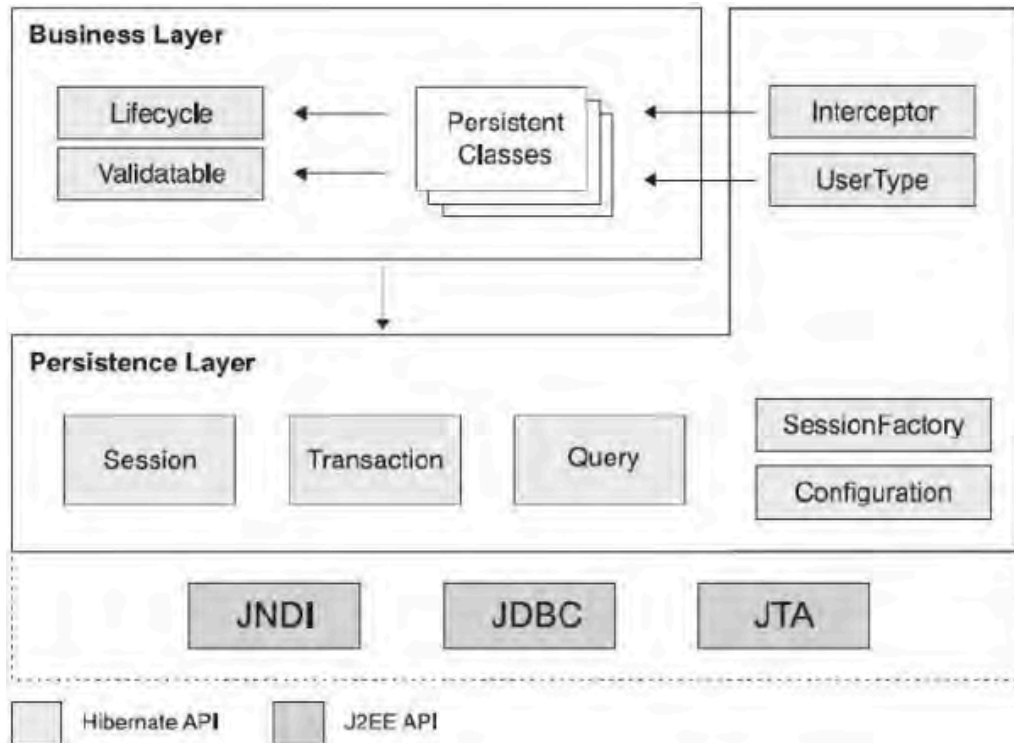


FIGURA 2 - 2: Arquitectura de Hibernate.
Fuente: Hibernate, Aplicaciones distribuidas [AUL2016]

De la anterior figura se pueden dividir las interfaces de la siguiente manera [AUL2016]:

- Interfaces usadas en la programación: Comprende una serie de componentes como *session*, *transaction*, *query* y *criteria*. Donde destacan las dos últimas dado que *query* se dedica a realizar peticiones a la base de datos, mientras que *criteria* se utiliza para crear y ejecutar consultas, que son consultas similares a *query*.
- Interfaces *callback*: *interceptor*, *Lifecycle* y *validatable*.
- Interfaces que permiten extender las funcionalidades de mapeo: *UserType*, *CompositeUserType* e *IdentifierGenerator*.

2.1.3 Elección del framework a utilizar

Se ha elegido el *framework* Spring MVC por las distintas ventajas que ofrece, como la integración con otros *frameworks* para aprovechar los beneficios de estos. De esta manera, por ejemplo, cuando se programan las vistas en los archivos JSP para la aplicación web, el desarrollador puede evitar escribir un extenso código dentro de los archivos JSP utilizando temas y plantillas de un *framework* como *bootstrap*, simplificando así la creación del aplicativo web al invocar componentes que ya han sido desarrollados anteriormente en un *framework* distinto. [AMR2010]

Otra ventaja de *Spring framework* es que la complejidad del aplicativo web es proporcional a la complejidad del problema a resolver. Adicionalmente, *Spring MVC* promueve la reutilización de código por medio de interfaces o clases, logrando de esta manera que el código a programar sea menos repetitivo. En la fase de pruebas, facilita la evaluación del aplicativo web en desarrollo ya que cada clase o controlador se enfoca en una tarea; entonces, las excepciones de cada clase son capturadas y se facilita de esta manera la identificación de la falla a corregir. [ROC2010]

Tabla 2 - 1: Tabla de las principales ventajas del framework Spring MVC
Fuente: Universidad de Alcalá: Sistemas de e-Participación: diseño e implementación de un prototipo que incorpora gestión de organizaciones y territorios [ROC2010]

Característica	Spring MVC
Capas	División clara entre modelo, vista y controlador
Implementación	Implementa su estructura por medio de interfaces. Cada parte del <i>framework</i> es configurable.
Vistas	Incluye una biblioteca de etiquetas JSP. De esta forma, la escritura de código en archivos JSP se reduce. Además del uso de JSP, también permite el uso de <i>tags</i> , implementación con <i>bootstrap</i> , entre otros.
Testeo de componentes	Más sencillo de testear por medio de interfaces. Incluso se pueden tratar los errores con una validación personalizada. Ejemplo: Mostrar un mensaje distinto dependiendo del tipo de error.
Reutilización de código	Aquellos objetos existentes, como formularios o clases, pueden ser reutilizados en lugar de ser duplicarlos.
Precio	Es un producto de código abierto, lo cual representa un ahorro para la entidad que apuesta por este <i>framework</i> .

2.2 Base de Datos

Se define base de datos como un programa que reside en memoria que colecciona datos, describe esos datos (metadatos) y que es diseñado para satisfacer las necesidades de información de una organización. En la organización, una base de datos puede ser utilizada por distintos usuarios y cada uno de ellos puede tener un propósito distinto como se muestra en la tabla 2-2 [DEC2007]:

Tabla 2 - 2: Usuarios de la base de datos

Fuente: Curso Introducción a las bases de datos: Fundamentos de diseño de bases de datos [DEC2007]

USUARIOS DE BASE DE DATOS	DESCRIPCIÓN
Usuario final	Utiliza los datos almacenados en la base de datos.
Programador de aplicación	Responsable de implementar las aplicaciones.
Administrador de Base de Datos	Responsable de la gestión y administración de base de datos, así como del monitoreo de rendimiento y realización de copias de seguridad

El usuario o programador básicamente utiliza el lenguaje conocido como SQL (*Structured Query Language*) para comunicarse con la base de datos. Dado que SQL es un estándar, las bases de datos existentes al día de hoy utilizan SQL como el medio de comunicación entre usuario y base de datos. [NAV2003]

2.2.1 SQL (*Structured Query Language*)

Consiste en un lenguaje de consulta estructurado, conocido como el lenguaje de alto nivel estándar para sistema de base de datos relacionales. También, los encargados de publicar el estándar ANSI (Instituto Americano de Normalización) y la ISO (Organización Internacional de Normalización) fueron los mismos responsables de publicar el lenguaje SQL como estándar. Es por este motivo que SQL es encontrado en cualquier DBMS relacional que existen en la actualidad, por ejemplo, ORACLE, SQL Server, Sybases, entre otros [NAV2003]. Cada DBMS incluye los distintos tipos de sentencia de este lenguaje de consulta estructurado.

Tabla 2 - 3: Tipos de sentencias en SQL y sus objetivos particulares

Fuente: Manual práctico de SQL [GAR2003]

Tipo	Descripción
Lenguaje de definición de datos(DDL, <i>Data Definiton Language</i>)	Sentencias del SQL que soportan la definición y declaración de los objetos de la base de datos.
Lenguaje de Manipulación de Datos(DML, <i>Data Management Language</i>)	Sentencias del SQL para manipular datos almacenados en las bases de datos.
Lenguaje de Control de Datos(DCL, <i>Data Control Language</i>)	Sentencias del SQL para controlar funciones de administración que realiza el DBMS, tales como la seguridad.

2.2.2 Herramientas de desarrollo

Actualmente la lista de herramientas de desarrollo para SQL es muy amplia, en donde lo más básico es utilizar un editor de texto y *SQL Plus*. Sin embargo, también están las más populares como *SQL Navigator*, *TOAD* y *SQL Developer*. Sobre *SQL Developer*, desarrollado por Oracle, se trata de una herramienta gratis para desarrollo de SQL. La principal desventaja de las otras herramientas mencionadas es que requieren de una licencia para su correcto funcionamiento. [ORA2008].

2.3 Alcance y limitaciones

En esta sección se describe el alcance del presente proyecto de tesis, así como las principales limitaciones e inconvenientes a afrontar durante su desarrollo.

2.3.1 Alcance

Como se mencionó en el capítulo 1, el objetivo de este proyecto de tesis es diseñar e implementar un aplicativo web intuitivo para registrar las BTS de una empresa de telecomunicaciones. Para cumplir con este punto, primero se crea un nuevo modelo de base de datos. Lista la base de datos, se espera que toda la información almacenada en la nueva estructura sea útil no solo para conocer información referida a la base de datos en particular, sino también para conocer el estado de las tareas relacionadas a una estación base antes de su integración a la red móvil de Viettel Perú S.A.C.

Sobre el aplicativo web mencionado, se busca que sea de fácil acceso, razón por la cual será desplegado en un servidor *tomcat*, además se requiere que sea intuitivo ya que el monitoreo de las estaciones base será llevado a cabo por el personal de distintas áreas como NOC (*Network Operation Center*), departamento de Radio, departamento de transmisión, departamento de fibra óptica, Equipo de proyectos, entre otros.

Cada estación base contará con tres módulos. El primero orientado a la etapa de documentación, el segundo orientado a la etapa de construcción e instalación de equipos en la estación base, y el tercer módulo orientado a la generación de un documento conocido como "*Record of BTS*", el cual contiene información detallada de una BTS en funcionamiento y deberá exportarse en formato pdf, Word o similares.

2.3.2 Limitaciones y riesgos

Dado que uno de los objetivos es generar el documento "*Record of BTS*", el cual contiene información detallada de una BTS en funcionamiento, en caso que se requiera añadir

nueva información o modificar la estructura del documento, se deberá actualizar el modelo, la vista y controlador por medio del entorno de desarrollo NetBeans. Posteriormente, deberá programarse con el departamento de IT una fecha y hora para implementar los cambios en el servidor correspondiente, y deberá asignarse una tercera persona encargada de la evaluación del correcto funcionamiento de la actualización ejecutada. Incluso, de presentarse problemas en la actualización, se restaurará la versión anterior y se programará otra fecha para implementar la actualización sin errores. Todo este proceso provocaría un retraso para poder cumplir con el objetivo planteado.

Otra limitación es que si bien existe bastante documentación para implementación de aplicativos web con el *framework Spring MVC*, no sucede lo mismo con la documentación del *software* o solución empleado por un operador para gestionar las BTS, esto debido a temas de competencia entre operadores, donde el código fuente o las soluciones empleadas son confidenciales. Entonces, como no existe un estándar definido para la implementación, la solución presentada en esta tesis tendrá como base los requerimientos indicados por la empresa Viettel Perú S.A.C.

2.4 Justificación y viabilidad

En este apartado se muestra la justificación y viabilidad para el proyecto de tesis

2.4.1 Justificación del proyecto de tesis

La realización del aplicativo web presentado en el proyecto de tesis será de ayuda para el personal de los distintos departamentos de la empresa Viettel Perú S.A.C como NOC (*Network Operation Center*), Radio, Transmisión, Infraestructura y Fibra óptica, los cuales están a cargo del registro de las BTS, monitoreo de las estaciones base y creación del documento "*Record of BTS*".

Sobre el registro, los departamentos asignados utilizarán el aplicativo web para registrar las BTS y esta información estará a disposición de todos los departamentos involucrados. El nuevo proceso de registro por medio del aplicativo web permitirá que una BTS sea registrada con los datos de información mínimos requeridos.

Sobre el monitoreo, el aplicativo web brinda una interfaz intuitiva donde se puede visualizar el estado actual de la BTS. El personal a cargo del monitoreo de las estaciones base podrá conocer si una BTS se encuentra en la etapa 1 referente a "Documentación Necesaria" para obtener la licencia de funcionamiento y construcción por parte de la

municipalidad, en la etapa 2 referente a la construcción de la estación base e instalación de equipos, o en la etapa 3 referente al testeo de los servicios básicos brindados que corroboren el correcto funcionamiento de la BTS antes de su integración a la red móvil. De esta forma no será necesario enviar correos o llamar continuamente para conocer el estado de una BTS, entonces, los costos por llamadas realizadas a terceros se reducirá. Otra ventaja adicional es que se podrán visualizar las tareas que se han cumplido, así como las tareas pendientes. De esta forma se podrá monitorear/controlar que el cumplimiento de las tareas asignadas al personal sean llevadas a cabo dentro de los plazos establecidos.

Sobre la generación del documento "*Record of BTS*", después de registrar una BTS, monitorearla y comprobar su correcto funcionamiento para su integración en la red móvil, el personal técnico reemplazará el procedimiento tradicional, el cual consiste en la creación del documento por medio de una herramienta de ofimática en un ordenador o PC, y utilizará el nuevo aplicativo web. El aplicativo web mostrará un formulario, una parte de dicho formulario automáticamente cargará la información registrada en la base de datos anteriormente como el código de estación base, ubicación, entre otros. La otra parte del formulario deberá ser completada por el personal técnico a cargo, el aplicativo web se encargará de validar que se registren valores correctos, que no se guarde un campo vacío cuando la información para este campo es de carácter obligatorio, que los valores de potencia estén dentro de un rango esperado, que los niveles de señal para la tecnología seleccionada(GSM, LTE, entre otros) esté dentro de un rango permitido, que se adjunte en el documento las imágenes de los equipos instalados, entre otras validaciones descritas con más detalle en el capítulo 4. De esta manera se apoya al personal de Viettel Perú S.A.C, entre ellos el responsable del departamento de Infraestructura, el especialista del departamento de radio y Jefe del área técnica, quienes son los principales encargados de revisar el documento "*Record of BTS*".

2.4.2 Análisis de viabilidad del proyecto

La viabilidad del proyecto de Tesis se evalúa desde tres perspectivas: viabilidad técnica, viabilidad temporal y viabilidad económica.

Viabilidad Técnica

El aplicativo web se desarrolla en Java, lenguaje de programación orientado a objetos que cuenta con una documentación extensa, como biblioteca estándar Java cuenta con

multitud de clases y métodos, e incluso resulta complicado conocer todos los métodos y clases con detalle. [JUA2011]

Además, Java gracias a su máquina virtual JVM hace posible que sea compatible en distintos sistemas operativos, lo cual representa una ventaja para la empresa ya que se evita la inversión en equipos compatibles con la aplicación en desarrollo.

Viabilidad Temporal

Para el aplicativo web, el tiempo requerido para su culminación se estimó en 6 meses. La propuesta resulta viable dado que en este proyecto se trabajó con anticipación en la creación de la base de datos, así como en la selección del *framework* ideal que se adecúe a las necesidades del problema a resolver. Considerando que la base de datos ya cuenta con una primera versión y trabajando semanalmente en la culminación de las funciones restantes, se puede tener el aplicativo web listo dentro del plazo establecido.

Viabilidad económica

No se espera que el factor económico sea un punto en contra, esto debido a que los elementos a utilizar como el lenguaje de programación Java, NetBeans IDE, MySQL *workbench*, *framework Spring MVC* o *bootstrap*, son de uso gratuito, son elementos que tienen una documentación que puede ser revisada por los usuarios de forma gratuita desde los respectivos sitios web oficiales. También, al tratarse de *software* libre, estará relacionado a la licencia GPL de GNU, que evita que se corra el riesgo de competir con una versión modificada privativa del presente trabajo. Esta información se explica con detalle en la referencia [GPL2017]. De esta forma, se asegura que la aplicación web pueda recibir actualizaciones en un futuro con el objetivo de asegurar su calidad, mantenibilidad o seguridad, sin depender de un gasto adicional por cuestiones de licencias.

2.5 Impacto de la solución de ingeniería

En el siguiente apartado se explica cómo el presente trabajo de tesis incide directamente en el cuidado del medio ambiente y cómo su realización logra sensibilizar a la sociedad.

2.5.1 Impacto ambiental

En el cuidado del medio ambiente se persigue y valora el correcto manejo de los recursos naturales, el uso racional del mismo. Por tal motivo, el aplicativo web para la gestión de

BTS funciona como una herramienta que contribuye a esta causa al frenar el despilfarro de papel en la oficina ya que mediante formularios y validaciones permite que solo se impriman documentos finales completos y libres de errores. La acción de frenar el despilfarro de papel en un corto, mediano o largo plazo evita uno de los impactos negativos que se derivan de la producción de papel como lo es la tala de árboles [ODO2011]. Además, conociendo que la industria papelera ocupa uno de los primeros lugares en consumo mundial de energía y que se encuentra entre los mayores generadores de contaminantes del aire, no controlar la demanda de papel en los próximos años es una mala noticia para el planeta. [GRE2004]

2.5.2 Impacto social

El uso del aplicativo web para gestión de BTS es una acción que ratifica el compromiso de la empresa por desarrollar buenas prácticas que guarden relación con el uso responsable del papel. En el ámbito laboral o administrativo, esta acción se interpreta como un mensaje dirigido a los trabajadores que demuestra que el cambio en el hábito de consumo del papel debe iniciar en cualquier lugar sin excepción, incluida la oficina de trabajo. Mientras que en el ámbito social, para la empresa esta acción representa una oportunidad de formar personas con una conciencia ecológica, personas que compartan o enseñen en su entorno social los ideales aprendidos relacionados con el cuidado de los recursos y el cuidado del medio ambiente en general; pero sobre todo formar personas capaces de reconocer la importancia de incorporar otras actividades complementarias como la reutilización o el reciclaje de papel.



Capítulo 3

Diseño del Aplicativo Web

En el presente capítulo se abarca el análisis de las herramientas de trabajo, los requisitos del aplicativo web, estructuración de la base de datos, estructuración del aplicativo web. El emulador de terminal necesario que permita el acceso remoto al servidor para el despliegue de la aplicación web, será descrito en el siguiente capítulo.

3.1 Herramientas de trabajo

3.1.1 Balsamiq Mockups

Luego de conocer las funcionalidades con las que el proyecto debe contar, es posible llevar a cabo un primer boceto de la interfaz visual del aplicativo en desarrollo, en donde se incluyen además los componentes de la interfaz visual como íconos, botones, enlaces, tablas, entre otros. Para el diseño de las funcionalidades del software a desarrollar se ha seleccionado balsamiq *mockups*, una herramienta que facilita la creación de las vistas y que cuenta además con una aplicación nativa para los sistemas operativos de Windows y Linux. [APF2017]. En la siguiente figura se muestra la interfaz de la aplicación nativa balsamiq mockups 3 para el sistema operativo Windows.

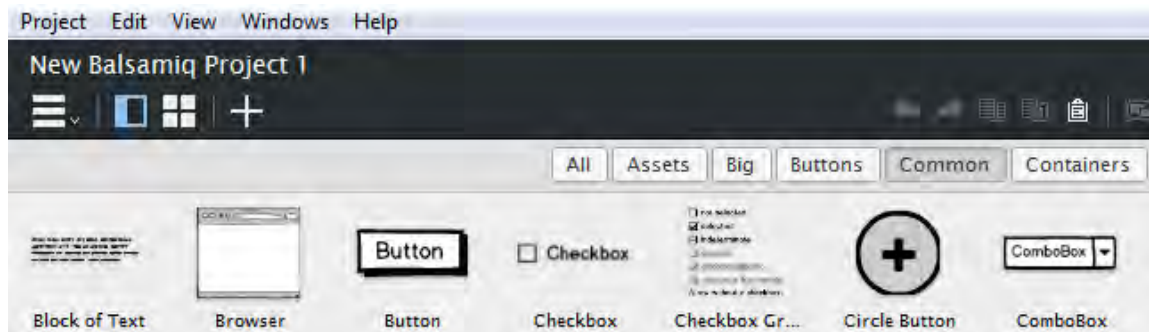


FIGURA 3 - 1: Aplicación nativa de Balsamiq mockups para windows
Fuente: [BAL2017]

3.1.2 MySQL Workbench

Aplicación sucesora de DBDesigner4, es una aplicación que simplifica la creación de tablas y atributos por medio del modelado entidad-relación. Se dispone tanto de una versión comercial con funcionalidades adicionales, así como una versión *open source* o libre. [UCR2017] El presente trabajo se realiza bajo la versión *open source*.

3.1.3 NetBeans IDE 8.2

El aplicativo web será desarrollado bajo el lenguaje de programación Java, y la herramienta donde se programará será NetBeans IDE en su versión 8.2, el cual es un entorno de desarrollo muy completo en cuanto a funcionalidades; entre las más importantes destacan la ejecución paso a paso, ejecución hasta la posición del cursor o puntos de interrupción como ayuda para obtener una idea de lo que el proyecto está realizando en una determinada sección de código Java. [UCM2017]

3.2 Análisis de requisitos del aplicativo web

Esta sección tiene como finalidad identificar las características o capacidades que la aplicación web debe tener para satisfacer las necesidades del personal de Viettel Perú S.A.C. Se entiende como requisito a la descripción informal de las necesidades o deseos que un usuario final tiene respecto a una aplicación. [ELO2016]

- Requisito de Información
- Requisitos Funcionales
- Requisitos de Seguridad
- Requisitos de interfaces externas(*Software* y *Hardware*)

3.2.1 Requisitos de Información

Se hace referencia a la información que el aplicativo web debe almacenar. Se propone que el aplicativo web almacene la información de tal forma que esta pueda ser consultada posteriormente.

Dentro del proceso de despliegue de una estación base antes de su integración a la red móvil, se han identificado 4 componentes esenciales que la aplicación deberá tomar en cuenta. Estos componentes pueden entenderse como datos que la aplicación necesariamente deberá almacenar. El primer componente son los usuarios que hacen uso del aplicativo web, el segundo componente corresponde a las estaciones base que pueden gestionarse desde la aplicación, el tercer componente lo conforma la lista de tareas a cumplir en cada estación base y el cuarto componente es el acta de BTS, un documento que resume las principales características técnicas de la estación base y que posteriormente es enviado al ente regulador Osiptel.

Tabla 3 - 1: Tabla de almacenamiento de Usuario.
Fuente: Elaboración propia

Atributo	Tipo de dato	Validación/Observación
Nombre	Cadena de hasta 20 caracteres	Obligatorio
Apellido	Cadena de hasta 20 caracteres	Obligatorio
Contraseña	Cadena de hasta 65 caracteres	Obligatorio
Correo	Cadena de hasta 45 caracteres	Debe cumplir con formato de correo electrónico
Rol	Cadena de hasta 45 caracteres	Obligatorio/No puede ser nulo

Tabla 3 - 2: Tabla de almacenamiento de BTS
Fuente: Elaboración propia

Atributo	Tipo de dato	Validación/Observación
Nombre/Código de BTS	Cadena de hasta 20 caracteres	Obligatorio
Dirección	Cadena de hasta 45 caracteres	Obligatorio
Dueño del terreno de la estación base	Cadena de hasta 45 caracteres	Obligatorio
Número celular del dueño del terreno	Valor numérico	Debe estar limitado a 9 dígitos
Latitud	Cadena de hasta 20 caracteres	Obligatorio
Longitud	Cadena de hasta 20 caracteres	Obligatorio
Responsable de supervisión	Cadena de hasta 45 caracteres	Obligatorio

Atributo	Tipo de dato	Validación/Observación
Fecha de creación	Cadena de hasta 20 caracteres	Obligatorio
Tipo de estación base	Valor numérico	1: Modal(Concentrado) 2: Distribuido
Tipo de medio de transmisión	Valor numérico	1: Celda 2: VSAT 3: Microondas
Tipo de gabinete	Valor numérico	1: <i>Minishelter</i> 2: Otro
Tipo de electricidad	Valor numérico	1: Alto 2: Bajo

Tabla 3 - 3: Tabla de tareas a cumplir en una BTS
Fuente: Elaboración propia

Atributo	Tipo de dato	Validación/Observación
Código de tarea	Cadena de hasta 20 caracteres	Obligatorio
Descripción	Cadena de hasta 45 caracteres	Obligatorio
Responsable de ejecutar la tarea	Cadena de hasta 45 caracteres	Obligatorio
Fecha de actualización	Cadena de hasta 20 caracteres	Debe cumplir el formato fecha
Comentario asociado a la tarea	Cadena de hasta 65 caracteres	Obligatorio
Estado de la tarea	Cadena de hasta 20 caracteres	Tarea realizada o tarea pendiente de ejecución

Tabla 3 - 4: Tabla del Acta BTS
Fuente: Elaboración propia

Atributo	Tipo de dato	Validación/Observación
Medida de torre instalada	Cadena de hasta 20 caracteres	Obligatorio
Tipo de antena	Cadena de hasta 45 caracteres	Obligatorio
Azimuth	Valor numérico	Obligatorio. Valor en grados.
Tilt eléctrico	Valor numérico	Obligatorio
Tilt mecánico	Valor numérico	Obligatorio
Frecuencia	Valor numérico	Medida en Hertzios
<i>Hardware</i> adicional instalado	Cadena de hasta 45 caracteres	Obligatorio
<i>Download data</i>	Valor numérico	1: Prueba exitosa/ Velocidad de descarga superior a 16MB/s 2: Prueba exitosa/ Velocidad de descarga inferior a 16MB/s

Atributo	Tipo de dato	Validación/Observación
Upload data	Valor numérico	1: Prueba exitosa/ Velocidad de subida superior a 5MB/s 2: Prueba exitosa/ Velocidad de subida inferior a 5MB/s
Cobertura de otro operador en la zona de la estación base	Valor numérico	1: El operador de la competencia tiene cobertura 3G en la zona 2: El operador de la competencia no tiene cobertura 3G en la zona 3: El operador de la competencia no tiene cobertura en la zona

3.2.2 Requisitos Funcionales

En esta sección se describe de forma detallada cada una de las funciones o servicios que la aplicación web debe cumplir para satisfacer las necesidades de los usuarios

3.2.2.1 Registrar nueva BTS

Se requiere que un usuario con Rol Administrador, el cual corresponde al jefe o supervisor del departamento de Radio, Transmisión o NOC (*Network Operation Center*), pueda registrar en una ventana la información mínima de una estación base. Dentro de la información mínima a registrar desde el aplicativo web están departamento, provincia, distrito, código de la estación base, dirección, dueño del área o terreno, número telefónico de contacto del dueño del terreno, latitud, longitud, fecha estimada de integración a la red móvil, tipo de BTS, tipo de medio de transmisión, sucursal, tipo de gabinete y tipo de electricidad.

3.2.2.2 Listar BTS

La aplicación web debe mostrar en una tabla la lista de estaciones bases registradas. Adicionalmente debe contarse con paginación, esto es, separación de grupos BTS en bloques de 10, 25, 50 ó 100 estaciones BTS, ya que mostrar en una pantalla más de 1000 estaciones bases podría dificultar el fácil uso de la aplicación al manejar una cantidad tan elevada de estaciones base en una misma pantalla.

3.2.2.3 Buscar BTS

La interfaz permitirá la búsqueda de una estación base en particular según uno de sus atributos como ubicación, código de BTS, tipo de medio de transmisión, entre otros.

3.2.2.4 Actualizar información básica de BTS

La aplicación web enviará a una pantalla toda la información registrada en el punto 3.2.2.1. Esta característica representa una ventaja ya que evita que el usuario pase tiempo editando nuevamente cada uno de los atributos de la estación base como ubicación, tipo de medio de transmisión, latitud, entre otros. De esta manera el usuario final solo actualizará algunas variables en particular

3.2.2.5 Actualizar estado de tareas referentes a la fase de documentación y construcción

En una pantalla de la aplicación web se visualizarán las tareas asociadas a una BTS. Las tareas asociadas a una BTS pueden corresponder a la fase de documentación o a la fase de construcción de la BTS. Las tareas a ejecutar serán mostradas en una tabla. La primera columna mostrará una descripción de la tarea a ejecutar, la segunda columna mostrará el departamento responsable de ejecutar esta tarea, se añade una tercera columna que permite agregar comentarios referentes a una tarea, la cuarta columna mostrará el estado actual de una tarea el cual puede ser tarea finalizada o pendiente. La quinta y última columna mostrará un botón con el cual se podrá actualizar el estado de una tarea. Además, este botón cambiará de color dinámicamente para indicar el estado de una tarea. De esta forma, un botón de color verde indicará que la tarea ha sido finalizada, mientras que un botón gris indicará que la tarea aún está pendiente.

3.2.2.6 Actualizar información del Acta de BTS

En el proceso actual, los usuarios de los distintos departamentos como Radio, transmisión o NOC, deben recurrir a una plantilla Word para crear el acta de BTS. Además de esto, se debe consultar previamente a las personas responsables de supervisar una zona de cobertura, el usuario y contraseña para acceder a un servidor ftp que contiene archivos con la información necesaria para crear el documento acta de BTS. Además de esto, al elaborarse manualmente, con frecuencia se crea el documento con errores como campos vacíos, valores incorrectos, entre otros. Entonces, se requiere que en el aplicativo web se valide y registre la información de dicho documento. Lo único

que el usuario debe conocer es el código de BTS para registrar la información del acta de BTS. De esta forma la información del acta de BTS se almacena en la base de datos y estará a disposición del personal en todo momento.

3.2.2.8 Descargar el Acta de BTS

La aplicación web mostrará en pantalla un enlace para descargar el acta de BTS. Se reduce de esta manera el tiempo que toma crear este documento, ya que no se recurre a una plantilla Word en donde la información se completa manualmente.

3.2.3 Requisitos de Seguridad

En el siguiente punto se describen los requisitos relacionados a seguridad que la aplicación debe cumplir.

- El acceso a la aplicación está permitido solo para usuarios autorizados. Un usuario autorizado es aquel que cuenta con un correo y contraseña para acceder al aplicativo web.
- A diferencia de otros sistemas, la creación de la cuenta de usuario autorizado no se realizará en el aplicativo web. El proceso a seguir será el establecido por Viettel Perú S.A.C, en donde un usuario presenta al departamento de IT el documento con nombre “Request Form” para solicitar la creación de su usuario y password para acceder a un determinado aplicativo como base de datos, página web, servidores, ftp, entre otros.

VIETTEL PERU COMPANY IT DEPARTMENT												
No: IT Request Unit						Lima, date month year						
REQUEST FORM FOR ISSUING OR CHANGING ACCOUNT												
<i>Information of Units using account</i>				Viettel staff		<input checked="" type="checkbox"/>		Partner <input type="checkbox"/>				
Nº	Name of system/device	Address (IP)	Full name	Email	Staff code	Title, responsibility	Unit	Name of issued account	Information of issued account			Notes
									Account Type	Duration	Permission provided for account	
1		10.XXX.Y.ZZ	Name	email@bitel.com.pe	DNI							All tables, views, view packages, view procedures, view jobs
REQUEST UNIT <i>(Leader of Unit asking for providing account)</i>			ADMINISTRATION UNIT <i>(Leader of Unit administrating account)</i>			MANAGEMENT UNIT <i>(Leader of ITBL Dept - VTP)</i>			GENERAL DIRECTOR <i>(Board of General Directors of VTP)</i>			
THE ADMINISTRATION UNIT DECLARES:												
Completed ath.....date month.....year 20...., Implementer:												

FIGURA 3 - 2: Documento para solicitar creación de cuenta autorizada
Fuente: Viettel Perú S.A.C

- Los *password* se almacenan bajo SHA-256
- Incluso si una tercera persona consigue el URL de una de las vistas del aplicativo web, esta no podrá acceder al aplicativo dado que periódicamente la aplicación verifica que exista una sesión de usuario válida.
- Un usuario con rol empleado solo tiene permiso a determinadas vistas del aplicativo web. Si el empleado trata de acceder a una vista donde no tiene permiso, por ejemplo Registrar BTS, el aplicativo web mostrara en pantalla que no tiene permiso para dicha función.
- Solo el usuario con rol Administrador tiene acceso a todas las vistas y funciones del aplicativo web.

3.2.4 Requisitos de interfaces externas (*Software y Hardware*)

- Al tratarse de un aplicativo web, este podrá utilizarse en distintos sistemas operativos, entre ellos Windows o Linux.
- Los usuarios finales podrán hacer uso del aplicativo web sin la necesidad de instalar ningún *software* adicional. Solo es necesario un navegador.
- La aplicación debe ser soportada por los navegadores más populares como Chrome de Google, Firefox de la corporación Mozilla o Internet Explorer de Microsoft.

3.3 Estructuración de base de datos

En base a las tareas mencionadas anteriormente y el documento Acta de BTS, se identificaron los campos de datos a almacenar en la base de datos, los cuales se mostrarán posteriormente en el aplicativo web como el código de BTS, ubicación, medio de transmisión, entre otros. El diagrama entidad-relación de la base de datos, el cual contiene las tablas y sus atributos, fue elaborado en MySQL Workbench. El detalle de esta información se encuentra en el Anexo A – Modelamiento de la base de datos.

3.4 Estructuración del aplicativo web

Una vez estudiadas las características y funciones del *software* a diseñar, se elaboró un primer esbozo en *balsamiq mockup* de la interfaz del aplicativo web a implementar.

3.4.1 Mockups de las vistas del aplicativo web

En la primera ventana del aplicativo web, ver la Figura 3-3, el usuario deberá completar los campos correspondientes a correo electrónico y contraseña para iniciar sesión.

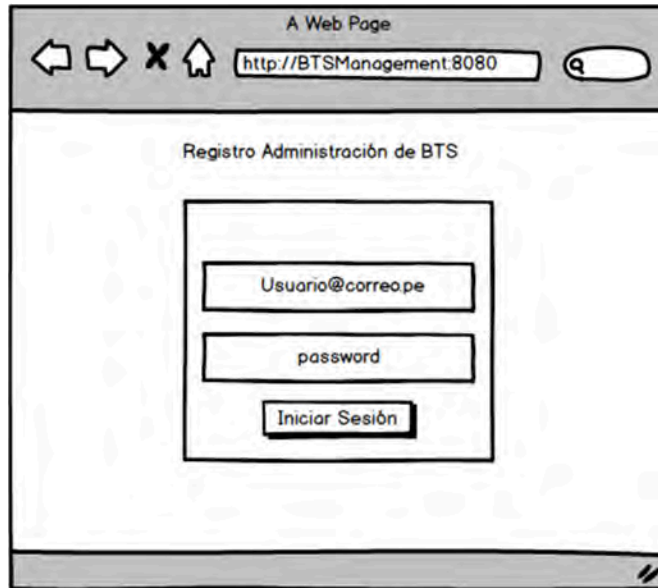


FIGURA 3 - 3: Esbozo de interfaz de inicio/Registro
Fuente: Elaboración propia

La Figura 3-4, interfaz principal, se muestra cuando el usuario inicia sesión de manera exitosa. Esta vista contiene las principales funcionalidades del *software* en desarrollo.

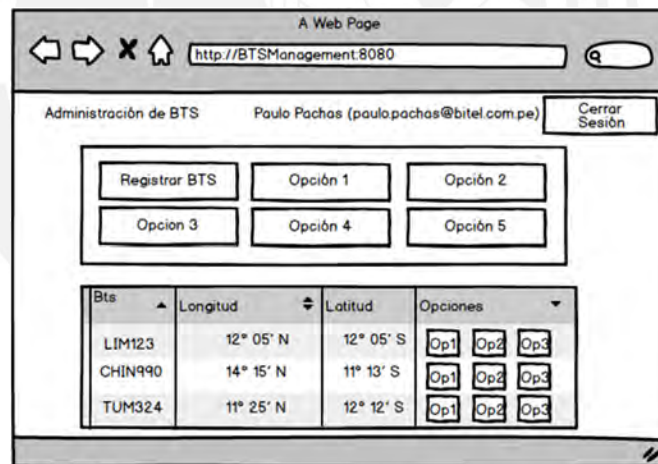


FIGURA 3 - 4: Interfaz Principal
Fuente: Elaboración propia

La interfaz de registro de BTS, Figura 3-5, deberá mostrar un formulario en donde se soliciten los principales atributos de una estación base como departamento, código de BTS, medio de transmisión, entre otros.

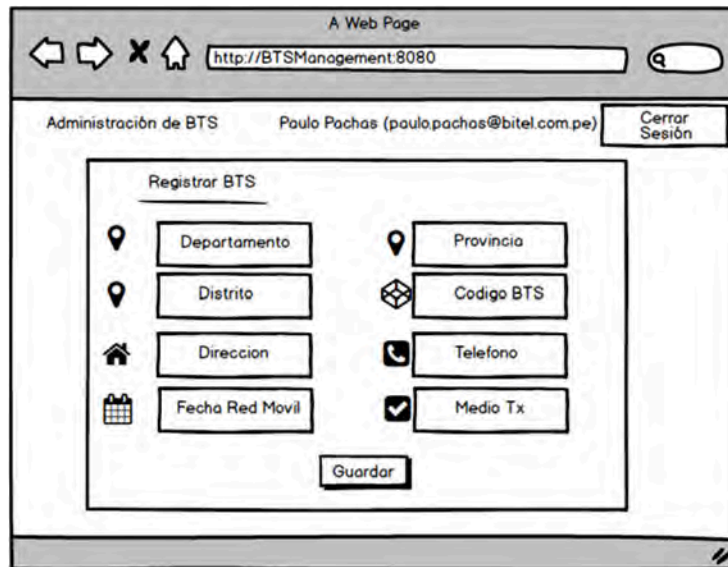


FIGURA 3 - 5: Interfaz de registro de BTS
Fuente: Elaboración propia

La interfaz para actualizar una BTS se muestra en la Figura 3-6. La información almacenada en la base de datos deberá cargarse en esta vista, de tal forma que el usuario solo modifique aquellos atributos de interés.

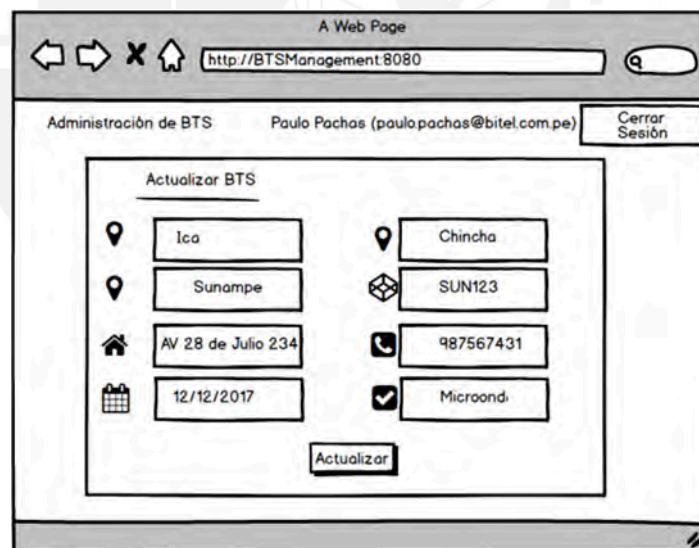


FIGURA 3 - 6: Interfaz para actualizar BTS
Fuente: Elaboración propia

Adicional a la información de una estación base, en el aplicativo se agregó una lista de tareas a cumplir en cada estación base. Estas tareas se muestran en la figura 3-7. El diseño de esta vista permite conocer la tarea a cumplir, así como el estado de la misma, responsable de supervisión o comentarios añadidos a una tarea en particular.

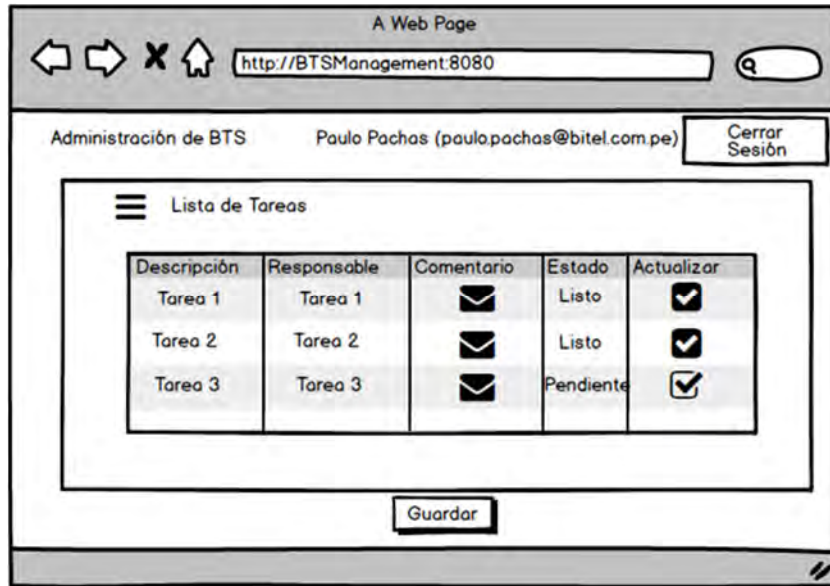


FIGURA 3 - 7: Interfaz tareas fase 1 y 2
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la figura 3-8 se muestra el diseño del formulario para el acta de BTS. El formulario tiene como objetivo registrar la información necesaria que deberá colocarse en el acta de BTS. Esta información será almacenada en la base de datos.

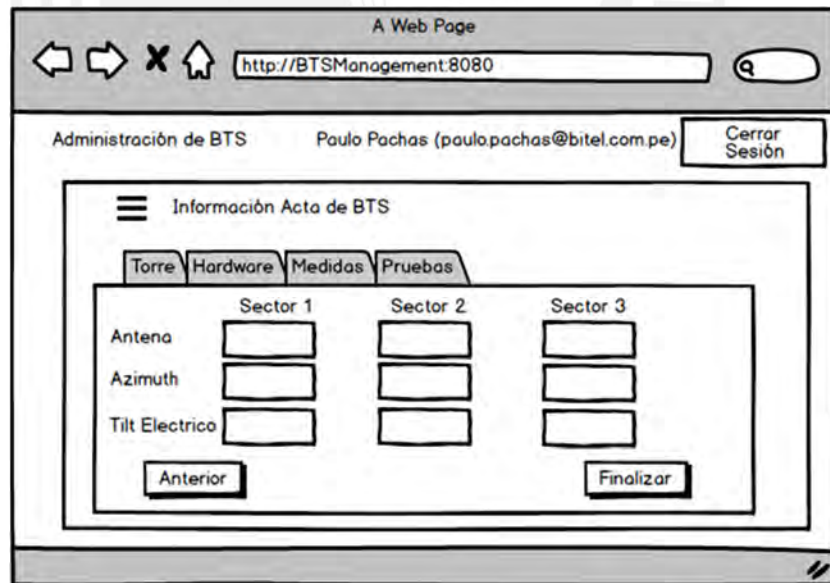


FIGURA 3 - 8: Interfaz Acta de BTS
Fuente: Elaboración propia

Para informar al usuario que no posee los permisos suficientes para acceder a determinada función, el aplicativo web contará con una vista como se muestra en la figura 3-9. En esta vista se tendrá un mensaje y un botón de retorno a la vista anterior.

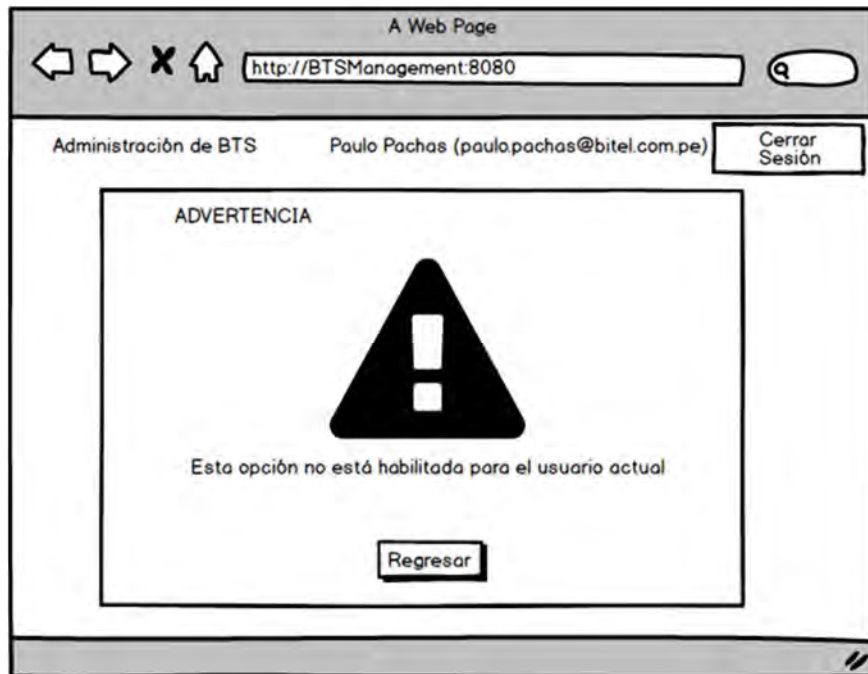


FIGURA 3 - 9: Interfaz de error
Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4

Implementación

En el presente capítulo se explicará la construcción del aplicativo web en base a los requerimientos mencionados en el capítulo anterior.

4.1 Entornos de desarrollo seleccionados

Para el desarrollo de la aplicación web se utilizó NetBeans IDE en su versión 8.2 para programar en el lenguaje Java con el *framework Spring MVC*. Para el modelamiento de la base de datos se usará *MySQL Workbench*, y para el despliegue de la aplicación en el servidor se usará Xftp4.

4.2 Construcción base de datos

MySQL Workbench es una herramienta visual para arquitectos y desarrolladores de base de datos. Dentro de las principales características que ofrece están el modelado de datos, desarrollo de SQL, herramientas para la configuración de servidores, administración de usuarios, copias de seguridad y más. [MYS2017]

El modelamiento de la base de datos se realizó en función de los requerimientos de información mencionados en el capítulo 3. En el presente trabajo, la base de la base tiene como nombre *onairproject*. La referencia [PBT2011] provee mayores detalles en la elaboración de una base de datos haciendo uso de *MySQL workbench*.

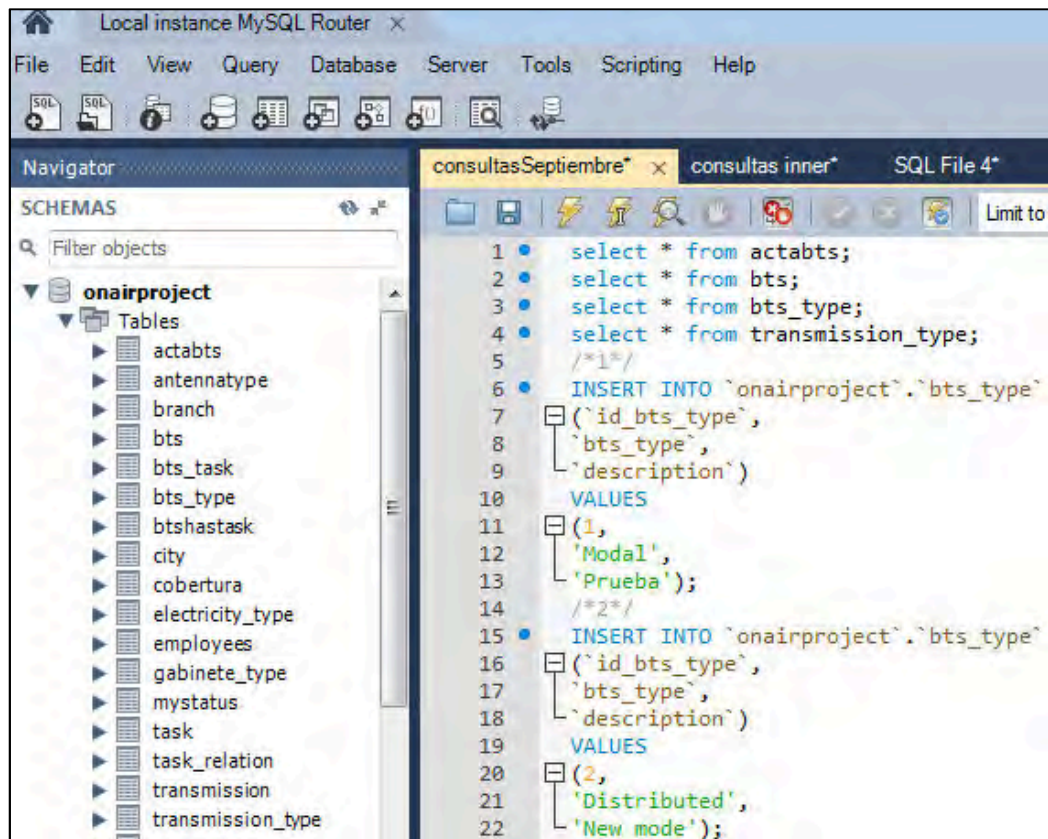


FIGURA 4 - 1: Base de datos "onairproject"
Fuente: Elaboración propia

4.3 Construcción del aplicativo web

NetBeans IDE, es un entorno de desarrollo interactivo orientado a las aplicaciones de escritorio, móviles, web, entre otros. Cuenta con editor de texto, plantillas de códigos, consejos de codificación en tiempo real, analizadores y convertidores de código que facilitan el desarrollo de *software* [NET2017].

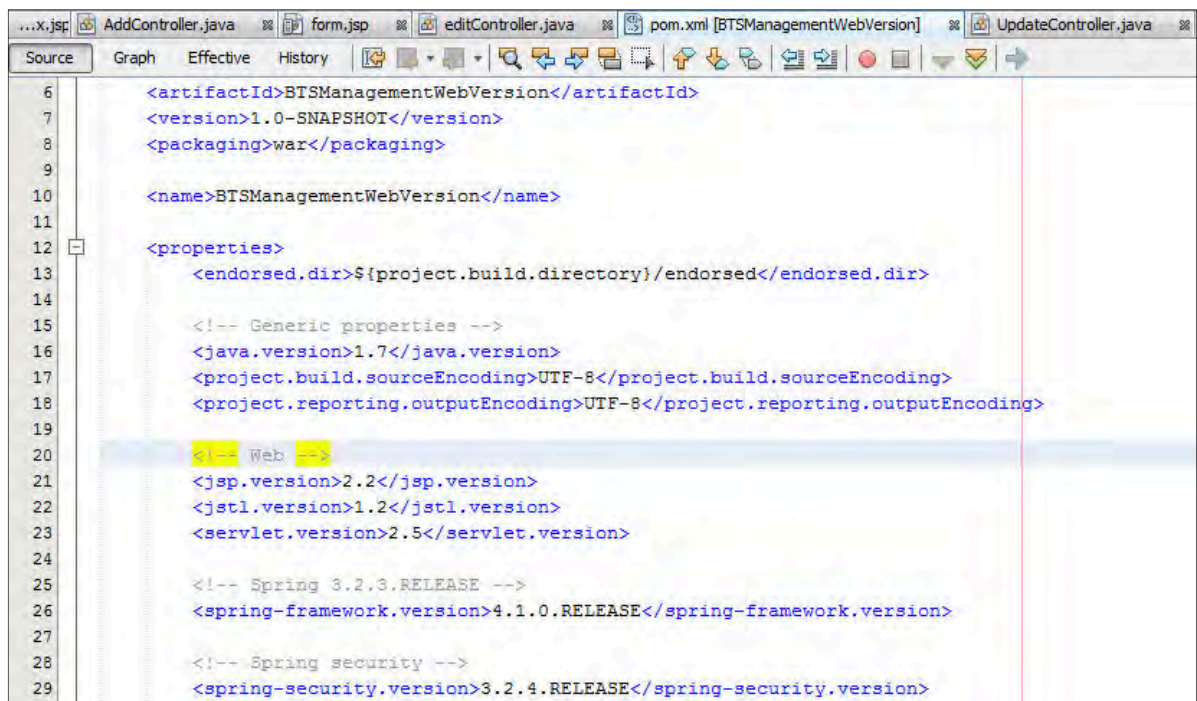
La creación del proyecto base para el aplicativo web se realizó a través de NetBeans IDE 8.2 y *maven*, una herramienta que hace posible la creación de *software* con dependencias dentro de un archivo pom.xml [AGM2017].

Sin embargo, la ejecución de estos pasos solo genera un proyecto web clásico. Para añadir el *framework Spring* se deberá acceder a las propiedades del proyecto, sección *framework* y en el apartado de librerías seleccionar *Spring Framework*. Adicionalmente, en las propiedades del proyecto, opción *Run*, se seleccionó el servidor Apache Tomcat.

4.3.1 Configuración de Spring MVC

Adicionalmente se utilizó el patrón de diseño MVC como patrón de arquitectura del software con la finalidad de separar los diferentes componentes de la aplicación web. Los componentes a separar son el modelo, la vista y controlador, los cuales se encargan de definir los datos del programa, presentar visualmente los datos y controlar las interacciones del usuario, respectivamente. [ELO2016]

Asimismo, al revisar posteriormente el archivo pom.xml dentro del directorio *Project Files*, se observa que se ha incluido la dependencia para *Spring*.



```
6 <artifactId>BTSManagementWebVersion</artifactId>
7 <version>1.0-SNAPSHOT</version>
8 <packaging>war</packaging>
9
10 <name>BTSManagementWebVersion</name>
11
12 <properties>
13   <endorsed.dir>${project.build.directory}/endorsed</endorsed.dir>
14
15   <!-- Generic properties -->
16   <java.version>1.7</java.version>
17   <project.build.sourceEncoding>UTF-8</project.build.sourceEncoding>
18   <project.reporting.outputEncoding>UTF-8</project.reporting.outputEncoding>
19
20   <!-- Web -->
21   <jsp.version>2.2</jsp.version>
22   <jstl.version>1.2</jstl.version>
23   <servlet.version>2.5</servlet.version>
24
25   <!-- Spring 3.2.3.RELEASE -->
26   <spring-framework.version>4.1.0.RELEASE</spring-framework.version>
27
28   <!-- Spring security -->
29   <spring-security.version>3.2.4.RELEASE</spring-security.version>
```

FIGURA 4 - 2: Dependencias en archivo pom.xml
Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Configuraciones adicionales

Como se comentó en el punto anterior, el proyecto en Netbeans contiene el archivo pom.xml donde se configuran o incluyen las dependencias del proyecto web. Esto representa una ventaja para la construcción del actual aplicativo web ya que se podrán incluir solo aquellas dependencias de interés, entre ellas están *Spring MVC*, *Spring Security* o *MySQL*, y de esta manera se logrará que el proyecto no tenga un peso muy grande al ser empaquetado.

Por último también se han de configurar otros archivos como *spring-servlet.xml*, *spring-context.xml* y *spring security* los cuales detallan la ubicación de los JSP, la conexión a base de datos y los roles de usuarios, respectivamente.

Para la creación de las vistas, archivos JSP, se sigue la lógica de los *mockups* mostrados anteriormente en el capítulo 3. Sin embargo, adicional a los archivos JSP se han agregados otros elementos como *bootstrap*, *CSS* y *javascript* que no solo simplifican la creación de las vistas, sino que también otorgan a la aplicación web un diseño moderno, esto además de reducir el trabajo de programación. Así por ejemplo, durante el presente trabajo la mayor del tiempo se centró en la generación de código Java que permita cumplir con las funcionalidades del sistema, y no tanto en la generación de código para establecer el color o apariencia visual de la aplicación.

4.3.3 Configuración de la Librería Aspose

Uno de los objetivos del proyecto es generar el documento acta de BTS. Para cumplir con este objetivo se ha utilizado la librería *Aspose*. Se ha desarrollado una plantilla del acta de BTS en formato rtf. En esta plantilla las variables se colocan entre corchetes como se muestra a continuación

VIETTEL PERU S.A.C
SUCURSAL [branch] [branch], [fecha]

Acta de BTS

Código de BTS: [sitename]
 Dirección: [address]
 Propietario: [owner] Celular: [number]
 Longitud: [longitude] Latitud: [latitude]
 Supervisor: [executer]
 Fecha de creación: [date] Fecha de Integración a la red: [intDate]
 Tipo de BTS: [btsType]
 Tipo de Transmisión: [txType] Throughput: [throughput]
 Tipo de Gabinete: [gabType]

1. Verificación

Estación Base	Elementos	Sector	Instalación	Adicional	Acción
	Altura de hogar(m)	[sitename]G01	[install1]	[additional1]	[action1]
		[sitename]G02	[install2]	[additional2]	[action2]
		[sitename]G03	[install3]	[additional3]	[action3]

FIGURA 4 - 3: Plantilla de Acta de BTS
 Fuente: Elaboración propia

En el entorno de desarrollo NetBeans se ha cargado la librería *Aspose*. Desde un controlador se llama a un método que envíe la información almacenada en la base de

datos hacia las variables entre corchetes de la plantilla en formato rtf. Se ha creado adicionalmente otro método, con nombre *convertRtfToPdf* en *Netbeans* para convertir la plantilla de formato rtf a pdf.

4.4 Plan de Pruebas

Con el objetivo de asegurar el correcto funcionamiento del aplicativo web para el registro de las BTS, y para evitar que se registre información errónea, es que la aplicación pasará a un entorno de pruebas de desarrollo. Como tal, el entorno de pruebas de desarrollo será un ambiente de pruebas local, el cual implica una conexión *localhost* tanto en *NetBeans IDE* y *MySQL Workbench*.

4.4.1 Plan de Pruebas: Registro de una BTS

Prueba	Resultado esperado	Observación
Verificar que se ingrese el tipo de dato adecuado para campos numéricos.	Ingresar un <i>string</i> o texto en un campo asignado para valores numéricos.	Visualizar en la interfaz web un mensaje de alerta indicando el error por tipo de dato incorrecto.
Verificar que se ingrese el tipo de dato adecuado para campos de texto.	Se dejará uno o más campos de texto vacíos.	Visualizar en la interfaz web un mensaje de alerta indicando el error de campo vacío o tipo de dato incorrecto.
Verificar que se permita registrar una BTS si todos los campos obligatorios se han ingresado correctamente.	Se intentará grabar una BTS en el aplicativo web con uno o más campos obligatorios que estén vacíos.	Se deberá observar un mensaje de alerta indicando que se tienen campos obligatorios por completar.
Verificar que en los <i>combo box</i> solo se muestren las opciones registradas en la base de datos.	Registrar en <i>MySQL workbench</i> las opciones para un <i>combo box</i> .	Visualizar en la interfaz web que los <i>combo box</i> muestren las opciones registradas en <i>MySQL workbench</i> .
Verificar que no se registren BTS duplicadas.	Intentar grabar una BTS con un código de BTS ya existente.	Deberá mostrarse un mensaje de alerta indicando que el código de BTS ya existe.
Verificar que no se registren BTS duplicadas.	Las mayúsculas o minúsculas son detectadas por algunas aplicaciones web como si se tratasen de caracteres distintos. Intentar grabar una BTS con un código de BTS ya existente. Ingresar el código existente y variar los caracteres a minúscula.	Deberá mostrarse un mensaje de alerta indicando que el código de BTS ya existe.

4.4.2 Plan de Pruebas: Actualización de la información de una BTS

Prueba	Resultado esperado	Observación
Verificar la actualización de datos relacionados a una BTS.	Ingresar un nuevo valor en un campo de texto, campo numérico o <i>combo box</i> .	Corroborar la actualización en la base de datos y en la interfaz del aplicativo web.

4.4.3 Plan de Pruebas: Búsqueda de una BTS

Prueba	Resultado esperado	Observación
Verificar que la búsqueda de una BTS pueda realizarse mediante criterios de búsqueda.	Se ingresarán uno o varios criterios, por ejemplo código de BTS o ubicación, para realizar la búsqueda.	El aplicativo web deberá mostrar una lista de las BTS que cumplan con los criterios ingresados.
Verificar que la búsqueda de BTS sea posible incluso si no se seleccionan criterios de búsqueda.	No se ingresará ningún criterio de búsqueda en específico.	El aplicativo web deberá mostrar la lista total de BTS.
Verificar que en el resultado de búsqueda solo se muestren las BTS cuyo estado es activo.	Ingresar el código de una BTS cuyo estado no es activo.	Deberá mostrarse un mensaje indicando que la BTS no existe.

4.4.4 Visualización del estado de las tareas de la primera fase

Prueba	Resultado esperado	Observación
Verificar que las tareas registradas para la primera fase se muestren en la interfaz del aplicativo web.	Grabar en MySQL las tareas correspondientes a esta fase. Seleccionar en el aplicativo web el ícono correspondiente a la primera fase.	El aplicativo web deberá mostrar las tareas registradas para la primera fase.

4.4.5 Visualización del estado de las tareas correspondientes a la fase 2

Prueba	Resultado esperado	Observación
Verificar que las tareas registradas para la segunda fase se muestren en la interfaz del aplicativo web.	Grabar en MySQL las tareas correspondientes a esta fase. Seleccionar en el aplicativo web el ícono correspondiente a la segunda fase.	El aplicativo web deberá mostrar las tareas registradas para la segunda fase.

4.4.6 Visualización del estado de las tareas de la fase 3

Prueba	Resultado esperado	Observación
Verificar que las tareas registradas para la tercera fase se muestren en la interfaz del aplicativo web.	Grabar en MySQL las tareas correspondientes a la esta fase. Seleccionar en la aplicación el ícono correspondiente a la fase 3.	El aplicativo web deberá mostrar las tareas registradas para la tercera fase.

4.4.7 Actualización de las tareas correspondientes a las fases 1, 2 y 3

Prueba	Resultado esperado	Observación
Verificar que se permita modificar el estado de una tarea.	Modificar el estado de una tarea.	Corroborar la modificación en la interfaz web y en la base de datos.

4.4.8 Generación del documento “Record of BTS”

Prueba	Resultado esperado	Observación
Verificar que el documento “Record of BTS” se genere con información obtenida desde la base de datos.	Seleccionar el botón “Exportar Documento”	Deberá generarse y descargarse un documento en formato pdf.
Verificar que el documento “Record of BTS” sea generado solo si las tareas en las fases 1, 2 y 3 ya han sido completadas.	Seleccionar el botón “Exportar Documento” de una BTS que aún tiene tareas por completar en una de las tres fases mencionadas.	Deberá mostrarse un mensaje indicando que aún existen tareas por completar antes de la generación del documento “Record of BTS”.
Verificar que el nombre del documento generado hace referencia a una BTS en particular.	Seleccionar el botón “Exportar Documento” de una BTS en específico.	Verificar que el nombre del documento sea igual al código de BTS más la fecha actual.
Verificar que el nivel de intensidad de señal corresponda con la tecnología: GSM, LTE, entre otros	Ingresar los valores de intensidad de señal en los campos de texto asignados	Enviar mensaje de alerta si el valor está fuera del rango esperado.
Verificar que los niveles de cobertura registrados sean los adecuados. Valores posibles que se considerarán: RSCP, EC/No, EC/Io Velocidad de <i>Uplink</i> Velocidad de <i>Downlink</i>	Ingresar valor de RSCP(<i>Received Signal Code Power</i>)	Mostrar mensaje: - Bueno : cuando $RSCP \geq -88dBm$ - Aceptable : cuando $-95dBm \leq RSCP < -88dBm$ - Malo : cuando $RSCP < -95 dBm$ Fuente [IGU2007] Fuente [LET2014]

4.5 Puesta en producción

Luego de evaluar el funcionamiento del aplicativo web en un entorno de pruebas local, es decir, por medio de un computador personal o similar, el siguiente paso será desplegar el aplicativo web en un servidor con el objetivo de que esté a disposición de los usuarios finales tan solo haciendo uso de un navegador web.

4.5.1 Servidor seleccionado

Para el presente trabajo, se espera que las actualizaciones realizadas en el aplicativo web sean subidas al servidor de manera inmediata. Viettel Perú S.A.C cuenta con sus propios servidores para desplegar una aplicación web; las características del mismo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4 - 1: Tabla de especificaciones de servidor Bitel para una aplicación web
Fuente: Elaboración propia

Atributo	Descripción
Kernel	Linux versión 2.6.32-358.23.2.el6.x86_64 gcc version 4.4.7 20120313 (Red Hat 4.4.7-3) (GCC)
Memoria RAM	4 GB
Vendor ID	GenuineIntel
Familia CPU	6
Modelo	45
Nombre de modelo	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2609 0 @ 2.40GHz
CPU MHz	2399.850
120GB HDD SAS	

El servidor de Bitel será el servidor de producción. Sin embargo, en el presente trabajo se ha optado por adquirir un servidor privado virtual, a modo de servidor de pruebas, del sitio web indicado en la referencia [GDD2017]. El servidor adquirido cuenta con un nombre, dirección IP, disco con espacio de 60GB y memoria RAM de 2GB.

4.5.2 Despliegue en el servidor de pruebas

Las herramientas de acceso remoto al servidor de pruebas, así como los archivos, configuraciones, y líneas de comando necesarios para el despliegue del aplicativo web en el servidor de pruebas, se describen con mayor detalle en el anexo B – Despliegue del aplicativo web en el servidor de pruebas.

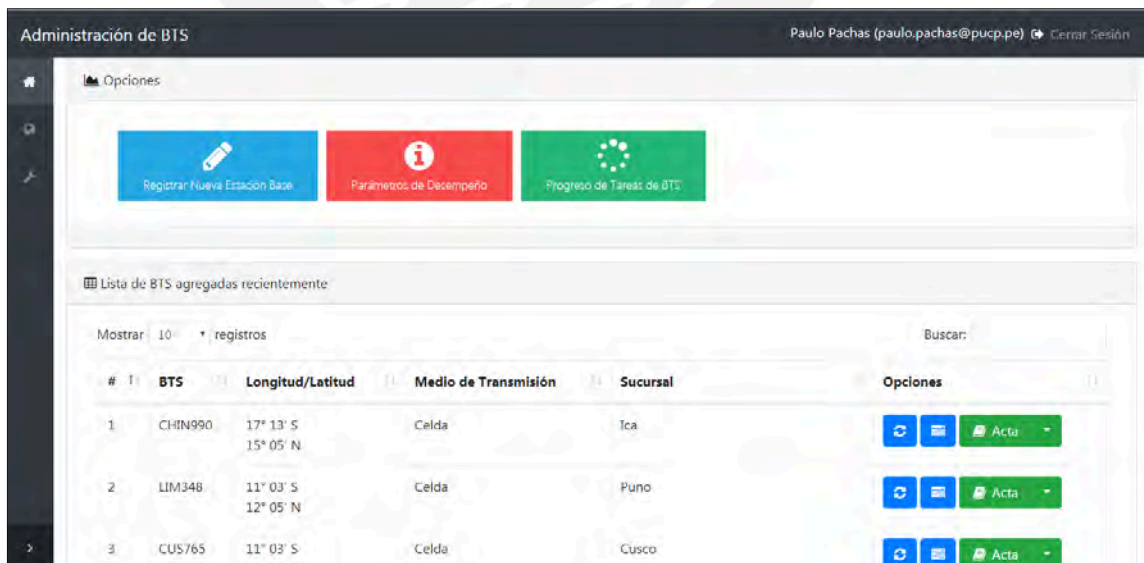
4.6 Prueba de la aplicación web

El diseño del formulario para iniciar sesión, como se muestra en la Figura 4-4, consta únicamente de dos campos, uno para correo electrónico y otro para la contraseña del usuario. Tras completar los datos, deberá seleccionarse el botón “Iniciar Sesión”.



FIGURA 4 - 4: Ventana para iniciar sesión
Fuente: Elaboración propia

Luego de iniciar sesión de forma exitosa, la aplicación cargará la vista de la ventana principal, como se muestra en la Figura 4-5. En la vista se visualizarán opciones como registrar nueva estación base, revisar los parámetros de desempeño o el progreso de las tareas asignadas a una BTS, entre otros.



#	BTS	Longitud/Latitud	Medio de Transmisión	Sucursal	Opciones
1	CHIN990	17° 13' S 15° 05' N	Celda	Tca	[Refresh] [Mail] [Acta]
2	LIM348	11° 03' S 12° 05' N	Celda	Puno	[Refresh] [Mail] [Acta]
3	CUS765	11° 03' S 11° 03' N	Celda	Cusco	[Refresh] [Mail] [Acta]

FIGURA 4 - 5: Ventana principal de la aplicación
Fuente: Elaboración propia

Al seleccionar la opción “Registrar Nueva Estación Base”, la aplicación mostrará un formulario, Figura 4-6, que el usuario deberá completar para registrar en la base de datos una nueva BTS.

The screenshot shows a web application interface for 'Administración de BTS'. The user is logged in as 'Paulo Pachas (paulo.pachas@pucp.pe)'. The main heading is 'Registrar Nueva BTS'. A red asterisk indicates a required field. The form includes the following fields:

- Nombre de Usuario: Paulo Pachas
- Código de BTS: [Campo vacío]
- Dirección: [Campo vacío]
- Dueño del Terreno: [Campo vacío]
- Número Telefónico: [Campo vacío]
- Longitud: [Campo vacío]
- Latitud: [Campo vacío]
- Registro de BTS: [Campo vacío]
- Integración a Red Móvil: [Campo vacío]
- Seleccionar Tipo de BTS --: [Lista desplegable]
- Seleccionar Medio de Transmisión --: [Lista desplegable]
- Seleccionar Sucursal --: [Lista desplegable]
- Seleccionar Tipo de Gabinete --: [Lista desplegable]

FIGURA 4 - 6: Ventana para registrar una nueva BTS
Fuente: Elaboración propia

Antes de registrar una BTS en la base de datos, cada campo del formulario pasará por una validación previa. Se busca de esta manera eliminar errores muy comunes como un campo vacío, número telefónico mal escrito, etc. Por ejemplo, en la Figura 4-7 se muestra un mensaje de alerta en color rojo cuando el usuario deja vacío un campo obligatorio.

The screenshot shows the same 'Registrar Nueva BTS' form, but with a validation error. A red box highlights the 'Código de BTS' field, and a red message box says 'El código de sitio es un valor único'. A yellow tooltip over the field says 'Completa este campo'. The 'Guardar' button is visible at the bottom.

FIGURA 4 - 7: Validación de campos antes de ser almacenados
Fuente: Elaboración propia

La Figura 4-8 muestra una tabla donde se listan las BTS registradas en la base de datos.

Administración de BTS Paulo Pachas (paulo.pachas@pucp.pe) Cerrar Sesión

Lista de BTS agregadas recientemente

Mostrar 10 registros Buscar:

#	BTS	Longitud/Latitud	Medio de Transmisión	Sucursal	Opciones
1	CHIN990	17° 13' S 15° 05' N	Celda	Ica	[Refresh] [Print] [Acta]
2	LIM348	11° 03' S 12° 05' N	Celda	Puno	[Refresh] [Print] [Acta]
3	CUS765	11° 03' S 11° 03' N	Celda	Cusco	[Refresh] [Print] [Acta]
4	CUS549	12° 03' S 11° 13' N	Microondas	Cusco	[Refresh] [Print] [Acta]
5	CUS808	15° 13' S 16° 04' N	Celda	Cusco	[Refresh] [Print] [Acta]
6	LOR543	17° 13' S 12° 12' N	Microondas	Loreto	[Refresh] [Print] [Acta]

FIGURA 4 - 8: Tabla de BTS registradas en la aplicación web
Fuente: Elaboración propia

La cantidad de registros a mostrar en la tabla puede modificarse haciendo uso del *combo box*, como se muestra en la siguiente figura 4-9. Se agregó esta opción ya que el fácil uso de la interfaz puede verse afectado si se muestra en una sola pantalla más de 1000 estaciones base, por ejemplo.

Lista de BTS agregadas recientemente

Mostrar **10** registros Buscar:

#	BTS	Longitud/Latitud	Medio de Transmisión	Sucursal	Opciones
3	CUS765	11° 03' S 11° 03' N	Celda	Cusco	[Refresh] [Print] [Acta]
4	CUS549	12° 03' S 11° 13' N	Microondas	Cusco	[Refresh] [Print] [Acta]

FIGURA 4 - 9: Opción para seleccionar la cantidad de BTS a mostrar en la tabla
Fuente: Elaboración propia

Se cuenta además con un recuadro de búsqueda, el valor ingresado en dicho recuadro será buscado en cada columna de la tabla mostrada. De esta manera podrá filtrarse información y buscarse una determinada BTS según su código, medio de transmisión o sucursal. La siguiente Figura 4-10 muestra un ejemplo de cómo buscar una estación base utilizando un prefijo, el cual hace referencia a una sucursal o ciudad.

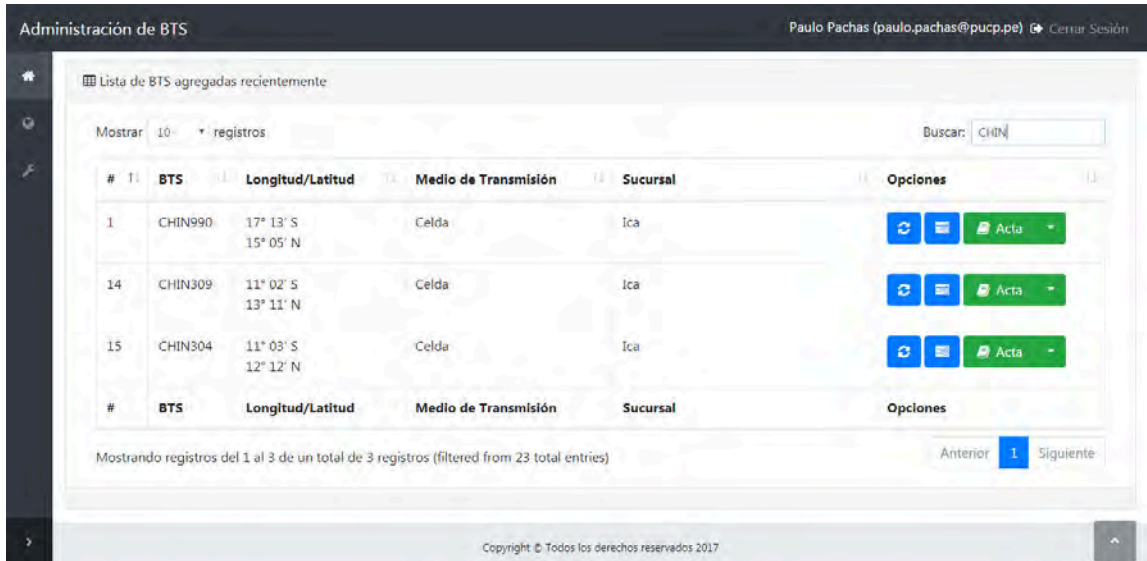


FIGURA 4 - 10: Búsqueda de BTS
Fuente: Elaboración propia

Otra de las opciones agregadas a la aplicación es la capacidad de actualizar la información de una BTS registrada anteriormente. Para acceder a la pantalla de actualización, el usuario deberá seleccionar la opción Actualizar situada dentro de la columna de Opciones, como se muestra en la Figura 4-10.

Como apoyo en la visualización se han agregado *tooltips*, ver Figura 4-11, en cada uno de los botones que conforman la aplicación esto con la finalidad de mostrar en la parte superior el nombre de la función asociada a un determinado botón.



FIGURA 4 - 11: Opciones adicionales de BTS
Fuente: Elaboración propia

La ventana de actualización, Figura 4-12, muestra en cada campo de entrada los valores registrados anteriormente. Esta característica es una ventaja para el usuario ya que permite reducir la cantidad de tiempo empleado en la actualización al concentrarse solamente determinados campos de interés.

Administración de BTS Paulo Pachas (paulo.pachas@pucp.pe) Cerrar Sesión

Actualización de Datos de BTS

Información de BTS * Denota un campo obligatorio

📍	CHIN990	📍	Jose Pardo Avenue
👤	Paulo Pachas M	📞	930936028
📍	17° 13' S	📍	15° 05' N
📅	2017-04-14 16:30:00.0	📅	2017-04-12 17:30:00.0
☰	Modal	☰	Celda
☰	Ica	☰	134G
☰	High		

FIGURA 4 - 12: Actualizar información básica de BTS
Fuente: Elaboración propia

La opción de tareas, tal y como su nombre indica, consiste de una sección donde se resumen las principales actividades a cumplir en una estación base antes de que esta se integre a la red móvil. Como se muestra en la figura 4-13, esta ventana en la columna resumen, incorpora botones que dependiendo del color que presenten indicarán si una tarea ya se ha realizado o si la tarea aún está pendiente.

Administración de BTS Paulo Pachas (paulo.pachas@pucp.pe) Cerrar Sesión

Listado de Tareas

#	Descripción	Departamento Responsable	Actualización	Estado	Resumen
1	Documentos legales del propietario del terreno	Radio	2017-04-12 16:30:00	Tarea Realizada	✓
2	Contrato de alquiler firmado por el propietario del terreno	Legal	2017-04-13 17:45:00	Tarea Realizada	✓
3	Documento RAB. Contiene dimensión del terreno y el estimado del área de cobertura que ofrecerá la BTS	Transmisión	2017-04-13 00:00:00	Tarea Realizada	✓
4	Envío de documentos y contratos legales a las autoridades competentes para su aprobación	Infraestructura	2017-04-15 13:18:20	Tarea Realizada	✓
5	Obtención de Licencia Municipalidad para desplegar la infraestructura de telecomunicaciones	NOC	2017-04-22 09:11:20	Tarea Realizada	✓
6	Instalación de torre autosoportada rectangular	Infraestructura	2017-04-22 09:11:20	Tarea Realizada	✓
7	Sala para equipos(gabinetes) y sistemas de aclimatación	Infraestructura	2018-01-12 11:11:20	Tarea Realizada	⌵

FIGURA 4 - 13: Lista de tareas de BTS
Fuente: Elaboración propia

La opción Acta mostrada anteriormente en la figura 4-11, es un botón del cual se despliegan dos actividades, la primera es “Editar” el acta de BTS y la segunda es

“Descargar” el acta de BTS en formato pdf. Respecto a la opción de editar, una vez que se haya seleccionado esta opción aparecerá una ventana, la cual contiene el formulario para editar el acta de BTS. Este formulario está formado por cuatro secciones.

La primera sección, mediciones en exteriores, se muestra en la figura 4-14. Cuenta con validaciones para cada campo de entrada, como la altura de torre, *azimuth*, *tilt eléctrico* o *tilt mecánico*, con la finalidad de evitar que el valor de estos campos sea vacío.

The screenshot shows the 'Mediciones en exteriores' section of the 'Formulario Acta de BTS'. It contains two tables. The first table lists measurements for station base (Estación Base) with columns for Elemento, Unidad, and Valor. The second table lists azimuth and tilt measurements for three sectors (Sector 1, Sector 2, Sector 3) with columns for Elemento and Sector.

Estación Base	Elemento	Unidad	Valor
CHIN990	Altura de Hogar	Metros	3
CHIN990	Altura de Torre	Metros	24
CHIN990	Altura de Antena	Metros	24.4

Elemento	Sector 1	Sector 2	Sector 3
Azimuth (Grados)	60	150	320
Tilt Mecánico (Grados)	0	0	0
Tilt Eléctrico (Grados)	7	4	6

FIGURA 4 - 14: Sección “Mediciones en exteriores”
Fuente: Elaboración propia

La segunda sección, diseño e infraestructura, se muestra en la figura 4-15. En esta sección se controlan la relación de voltaje esperado, conocido como ROE, así como la cantidad de componentes de hardware utilizados en una estación base.

The screenshot shows the 'Diseño e infraestructura' section of the 'Formulario Acta de BTS'. It contains two tables. The first table shows the 'Relación de Onda Estacionaria' (ROE) for three sectors. The second table lists hardware components with columns for Hardware, Tipo, Componente, and Cantidad.

Relación de Onda Estacionaria	Sector 1	Sector 2	Sector 3
Valor objetivo: ROE < 1.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Hardware	Tipo	Componente	Cantidad
BBU	Tablero	CC Board	2
BBU	Tablero	FS3	2
BBU	Tablero	FS5	1
BBU	Tablero	BPN2	1
BBU	Tablero	BPL	1
BBU	Tablero	CCEL	0
BBU	Tablero	CC16B	1

FIGURA 4 - 15: Sección “Diseño e infraestructura”
Fuente: Elaboración propia

La tercera sección, filtros y conectores, se muestra en la figura 4-16. Esta sección se constituye principalmente de cuadros de selección o *checkbox*, los cuales indican si un filtro o conector se ha implementado en uno o varios sectores de la estación base.

The screenshot shows the 'Filtros y conectores' section of the 'Administración de BTS' software. The interface includes a navigation bar with tabs for 'MEDICIONES EN EXTERIORES', 'DISEÑO E INFRAESTRUCTURA', 'FILTROS Y CONECTORES', and 'PRUEBA DE SERVICIOS BÁSICOS'. The 'FILTROS Y CONECTORES' tab is active.

The first table, titled 'Filtros y conectores', has the following data:

Componente	Unidad	Modo de instalación	Filtro Instalado
RRU	Sector 1	Distribuido	<input checked="" type="checkbox"/>
RRU	Sector 2	Distribuido	<input type="checkbox"/>
RRU	Sector 3	Distribuido	<input checked="" type="checkbox"/>

The second table, titled 'Conectores', has the following data:

Parámetro	Unidad	Conector	Cable Instalado
Tilt Eléctrico	Sector 1	ACU-AISG	<input checked="" type="checkbox"/>
Tilt Eléctrico	Sector 2	ACU-AISG	<input checked="" type="checkbox"/>
Tilt Eléctrico	Sector 3	ACU-AISG	<input checked="" type="checkbox"/>

Navigation buttons 'ANTERIOR' and 'SIGUIENTE' are visible at the bottom of the form.

FIGURA 4 - 16: Sección “Filtros y conectores”
Fuente: Elaboración propia

La cuarta y última sección, prueba de servicios básicos, se muestra en la figura 4-17. Esta sección se implementado con el finalidad de conocer si los servicios de llamada, mensajería e internet móvil se desarrollan con normalidad en un territorio.

The screenshot shows the 'Prueba de servicios básicos' section of the 'Administración de BTS' software. The interface includes a navigation bar with tabs for 'MEDICIONES EN EXTERIORES', 'DISEÑO E INFRAESTRUCTURA', 'FILTROS Y CONECTORES', and 'PRUEBA DE SERVICIOS BÁSICOS'. The 'PRUEBA DE SERVICIOS BÁSICOS' tab is active.

The first section, titled 'Llamada Telefónica', contains the following text and configuration:

Las llamadas se realizarán en los alrededores de la estación base. Los números telefónicos de prueba corresponden a centros de atención, en el caso de **Claro** y **Movistar**. En el caso de **Entel**, elegir un número aleatorio.

Número de Prueba	Prueba Exitosa
Claro: 016102280 Movistar: 017900123 Entel: Número aleatorio	<input checked="" type="checkbox"/>

The second section, titled 'Prueba de SMS', has the following data:

Origen	Destino	Prueba	Prueba Exitosa
Bitel	Bitel	Enviar 5 SMS	<input type="checkbox"/>
Bitel	Claro	Enviar 5 SMS	<input checked="" type="checkbox"/>
Bitel	Movistar	Enviar 5 SMS	<input checked="" type="checkbox"/>
Bitel	Entel	Enviar 5 SMS	<input type="checkbox"/>

FIGURA 4 - 17: Sección “Prueba de servicios básicos”
Fuente: Elaboración propia

Respecto a la opción “Descargar”, Figura 4-11, luego de seleccionar esta opción se carga una nueva pestaña en el navegador web, donde se podrá visualizar el acta de BTS en formato pdf. Una muestra del acta a descargar se muestra en la siguiente figura 4-18

Estación Base	Elementos	Sector	Instalación	Adicional	Acción
Altura de hogar(m)		CHIN9904G G01	3	3	
		CHIN9904G G02	3	3	
		CHIN9904G G03	3	3	

FIGURA 4 - 18: Acta de BTS
Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente a las funciones ya presentadas, se disponen de otras dos funciones, ver Figura 4-5, diseñadas para simplificar el monitoreo de una estación Base. La primera función de monitoreo corresponde a “Parámetros de desempeño”, ver figura 4-19, y consiste en una interfaz web que se encarga de listar los valores de RSCP y Ec/Io de cada BTS. Estos valores permiten conocer la calidad de servicio ofrecido a los usuarios, es decir, conocer si una BTS brinda una intensidad de señal buena, aceptable o mala.

#	BTS	RSCP	Descripción de RSCP	Ec/Io	Descripción de Ec/Io	Información
1	CHIN990	-60dBm	Aceptable	-55dBm	Bueno	Acción
2	LIM348	-70dBm	Bueno	-70dBm	Bueno	Acción
3	CUS765	-20dBm	Malo	-12dBm	Malo	Acción
4	CUS549	-40dBm	Aceptable	-20dBm	Aceptable	Acción
5	CUS808	-57dBm	Aceptable	-67dBm	Bueno	Acción
6	LOR543	-35dBm	Aceptable	-76dBm	Bueno	Acción
7	LOR998	-80dBm	Bueno	-56dBm	Bueno	Acción

FIGURA 4 - 19: Ventana correspondiente a “Parámetros de desempeño”
Fuente: Elaboración propia

Esta función incorpora una barra de búsqueda. La información insertada en la barra de búsqueda se filtrará en cada columna hasta hallar una coincidencia. Un ejemplo se muestra en la figura 4-20 al buscar una BTS cuyo valor de RSCP o Ec/Io es malo.

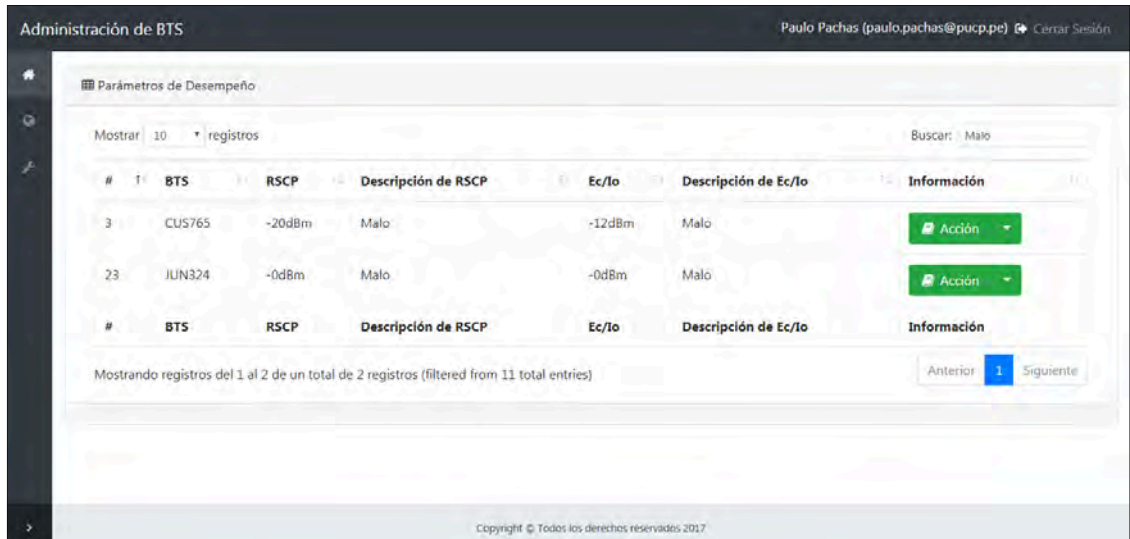


FIGURA 4 - 20: Opción de búsqueda en la tabla “Parámetros de desempeño”
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la columna “Información” se han agregado las opciones de “Editar Acta” y “Descargar Acta” para facilidad del usuario, tal y como se muestra en la figura 4-21.

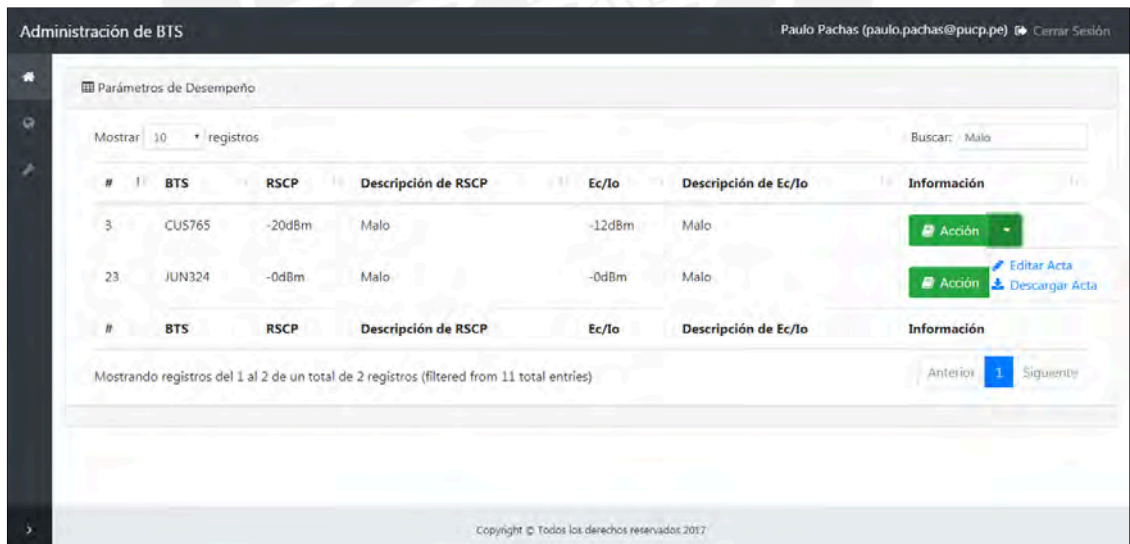


FIGURA 4 - 21: Columna Información en la tabla “Parámetros de desempeño”
Fuente: Elaboración propia

La segunda función de monitoreo corresponde a “Progreso de tareas de BTS”, ver figura 4-22, y consiste en una interfaz web que haciendo uso de barras horizontales muestra en porcentaje el progreso de las tareas asignadas a cada estación base. De esta manera

se simplifica la supervisión de las BTS. Finalmente, se han agregado una barra de búsqueda y un botón para mostrar en detalle el estado de las tareas de cada estación

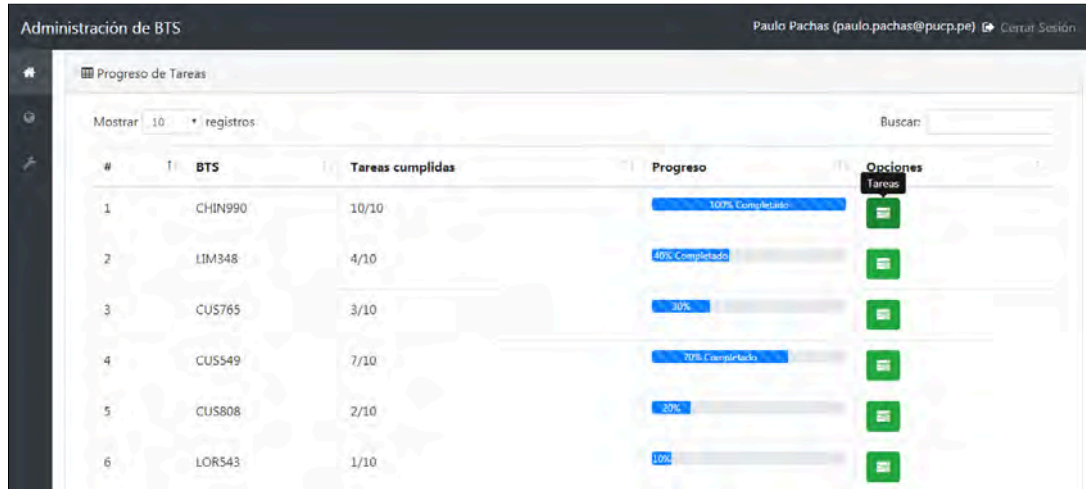


FIGURA 4 - 22: Ventana “Progreso de tareas de BTS”
Fuente: Elaboración propia

4.7 Análisis Económico

La siguiente sección tiene como objetivo realizar un breve análisis económico que permita conocer en una primera instancia el impacto o beneficio económico que tendrá la realización del presente software para la empresa Viettel Perú S.A.C.

4.7.1 Inversión

El desarrollo e implementación del aplicativo web representará una inversión para la empresa de telecomunicaciones Viettel Perú S.A.C. No obstante, los beneficios que se obtienen superan claramente a la inversión. En las siguientes tablas se muestran los elementos a considerar como parte de la inversión. Entre la lista de elementos destacan el costo por capacitar al personal de las áreas de radio, NOC y transmisión en el uso del aplicativo web, el tiempo que tomará desarrollar el *software* y su costo mensual, el costo por la adquisición del servidor privado virtual, así como la compra del certificado SSL para el aplicativo web. Por tema de cálculos, se ha añadido el servidor privado virtual.

Tabla 4 - 2: Inversión para la capacitación del personal
Fuente: Elaboración Propia

Área	Costo hora-hombre(S/.)	Cantidad de empleados	Total horas-hombre	Costo Total por tipo de empleado(S/.)
Radio	12	5	2	120
NOC	12	3	2	72
Transmisión	12	2	2	48
			Costo total(S/.)	240

Tabla 4 - 3: Inversión para la realización del software propuesto
Fuente: Elaboración Propia

Personal a capacitar	Cantidad	Tiempo de contrato(Mes)	Desembolso Mensual(S/)	Costo Total (S/)
Software Developer	1	2	2400	4800

Tabla 4 - 4: Inversión para la adquisición de servidor privado virtual y certificado de seguridad para el sitio web
Fuente: Elaboración Propia

Item	Cantidad	Desembolso Mensual(S/)	Costo por Item (S/)
Servidor privado virtual	1	145	145
Certificado SSL	1	27	27
		Costo total(S/.)	172

4.7.2 Ahorro

Para poder tener un aproximado del dinero que se ahorraría la empresa Viettel Perú S.A.C luego de implementar el presente trabajo, se tomará en consideración que alrededor de 15 personas son las que están a cargo del manejo de la información de las estaciones base así como la generación del acta de BTS. En el proceso actual la cantidad de tiempo que necesita un empleado para recolectar la información y posteriormente elaborar el acta de BTS, gira entorno a las 2 horas. Con el software actual se espera reducir este tiempo a una cantidad menor a los 30 minutos. Bajo este escenario, no será necesario contar con un elevado número de personal a cargo de la supervisión de las estaciones base. Por ejemplo, se podría reducir a 10 el número de personal a cargo de dicha supervisión. Los pagos a desembolsar en un mes, tanto para el escenario actual así como para el escenario que se espera tener a futuro, se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 4 - 5: Pago a desembolsar en el escenario actual
Fuente: Elaboración Propia

Personal necesario	Tiempo de contrato(Mes)	Desembolso Mensual(S/)	Costo Total (S/)
15	1	2500	37500

Tabla 4 - 6: Pago a desembolsar si cuenta con el software propuesto
Fuente: Elaboración Propia

Personal necesario	Tiempo de contrato(Mes)	Desembolso Mensual(S/)	Costo Total (S/)
10	1	2500	25000

Analizando la información de las dos tablas anteriores, el beneficio que tendría la empresa Viettel Perú S.A.C si cuenta con el presente software, sería igual a:

$$\text{Posible_Ahorro} = S/37500 - S/25000 = S/12500$$

Entonces, según lo expuesto en la línea anterior, la implementación del aplicativo web de gestión de BTS le permitirá a la empresa de telecomunicaciones reducir sus gastos mensuales en una cifra cercana a los S/12500. Con este valor estimado se realizará el cálculo del retorno de la inversión en conjunto con los valores mostrados anteriormente en las tablas 4-2, 4-3 y 4-4:

$$\text{ROI} = (\text{Posible_Ahorro})/(\text{Inversión}) = (12500)/(240+4800+172) = 2.40 = 240\%$$

El resultado obtenido puede interpretarse de la siguiente manera, por cada sol que Viettel Perú S.A.C invierte en el presente software, recuperará 2.4 soles. Dado el valor positivo obtenido en el retorno de la inversión, como primera premisa se tiene que la inversión en el presente trabajo es económicamente recomendable.

Adicional al cálculo del retorno de la inversión, también se ha realizado un cálculo estimado del valor actual neto para un periodo de 6 meses. El valor actual neto se define como el valor actual o presente de los flujos efectivos, los cuales consisten en la diferencia entre los ingresos periódicos y los gastos periódicos. Estos flujos son actualizados utilizando una tasa de descuento denominada tasa de oportunidad, que representa una medida de la rentabilidad mínima que se exige al proyecto para recuperar la inversión, cubrir los costos y obtener beneficios. [SCI2014]

Por tanto, se propone a la empresa Viettel Perú S.A.C realizar una inversión inicial en base a los ítems expuestos en las tablas 4-2, 4-3 y 4-4. De esta manera, una vez finalizado el periodo de inversión inicial y contando finalmente con el software propuesto, el aspecto económico de la empresa se verá fortalecido debido a un ahorro mensual de S/12500. Sin embargo, tomando en cuenta que un requisito indispensable es que el aplicativo web se ejecute nativamente desde un navegador, será necesario para la

empresa desembolsar un gasto mensual fijo de S/145 y un gasto anual fijo de S/27 por la adquisición del servidor privado virtual y certificado SSL, respectivamente. Finalmente, la tasa de retorno utilizada en este escenario será igual a 12%. La elección de este porcentaje se fundamenta en la tendencia seguida dentro del mercado peruano.

Entonces, como el valor actual neto hallado para el presente proyecto es mayor a cero, se concluye que el proyecto se acepta al garantizar beneficios y cubrir las expectativas. La siguiente tabla 4-7 muestra los flujos de ingresos y gastos periódicos, así como el valor actual neto del dinero para un periodo de 6 meses.

Tabla 4 - 7: Flujo de ingresos, gastos y cálculo de Valor actual neto
Fuente: Elaboración Propia

Tasa	12%						
Mes	0	1	2	3	4	5	6
Inversión Inicial	-5212						
Virtual Private Server		-145	-145	-145	-145	-145	-145
Certificado SSL		-27					
Recuperación		12500	12500	12500	12500	12500	12500
Flujo de caja	-5212	12328	12355	12355	12355	12355	12355
Factor para calcular el valor actual del dinero	1.00	0.89	0.80	0.71	0.64	0.57	0.51
Valor Actual	-5212	11007.14	9849.33	8794.04	7851.83	7010.56	6259.43
VAN	-5212	5795.14	15644.47	24438.52	32290.34	39300.90	45560.33

4.8 Resultados

El acceso al aplicativo web está dirigido al personal de los departamentos de radio, NOC (*Network Operation Center*), infraestructura y transmisión. Se evaluará que el aplicativo web sea de uso sencillo para el personal o usuario final que hace uso de la aplicación.

4.8.1 Encuesta

El uso sencillo del aplicativo web se evaluó por medio de una encuesta dirigida a los usuarios finales. La encuesta y sus resultados se presentan con detalle en el Anexo D.

4.8.2 Estadísticas y utilización del servidor de pruebas

Como se mencionó anteriormente en el presente capítulo, para el despliegue de la aplicación web se ha utilizado un servidor privado virtual del sitio web godaddy.com, del cual se tiene mayor información en la referencia [GDD2017]. Luego de un mes de pruebas del aplicativo web de BTS, se ha iniciado sesión en el portal de godaddy.com para acceder a la sección “Mis servidores”, de donde se han recogido los datos de “Estadísticas y utilización” del servidor. Dicha información se muestran en la figura:

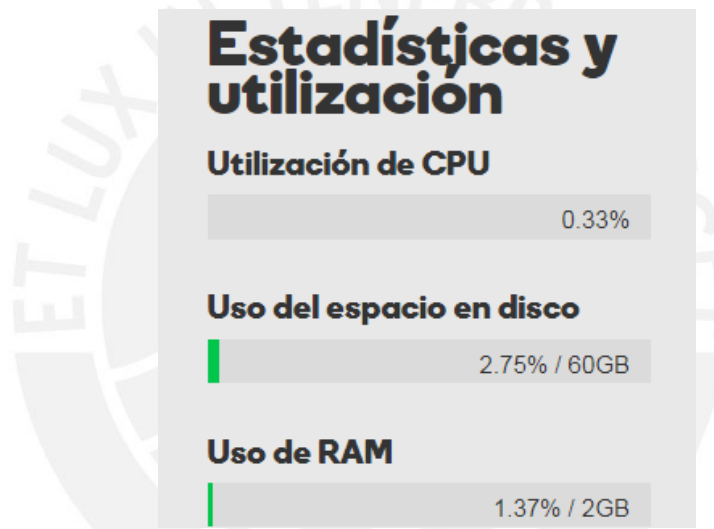


FIGURA 4 - 23: Estadísticas y utilización de servidor con alias BTSSBITEL
Fuente: GoDaddy Operating Company, LLC

La información muestra que en el servidor privado virtual el uso de CPU apenas llega a un 0.33% de uso, una cifra muy baja pero positiva que nos ofrece una primera perspectiva del funcionamiento y rendimiento del aplicativo web. Además, tanto la memoria RAM como el espacio en disco resultan suficientes para generar múltiples actas de BTS sin que eso implique un alto consumo de recursos, ya que por ejemplo, un archivo en formato pdf generado por la aplicación web alcanza en promedio un tamaño de 130KB. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en un entorno real, el aplicativo web será alojado en uno de los servidores de Viettel Perú S.A.C, cuyas especificaciones se han mostrado anteriormente en la tabla 4-1. De acuerdo a la información expuesta en la tabla 4-1, las especificaciones en cuanto a memoria RAM y espacio en disco de un

servidor de Viettel Perú S.A.C superan a las especificaciones del servidor privado virtual adquirido para las pruebas en la presente tesis. De esta forma, en un entorno real la cantidad de memoria RAM pasará de 2GB a 40GB, mientras que el espacio en disco pasará de 60GB a 120GB, motivo por el cual se espera que el aplicativo web funcione sin inconvenientes. Adicionalmente, en Viettel Perú S.A.C el departamento de tecnologías de la información de manera constante supervisa el espacio en disco disponible de los distintos servidores. Aquellos servidores que dispongan de poco espacio disponible, pasan a formar parte de una lista servidores que necesitan *backup*. De esta forma, a los elementos de un servidor que ocupan mucho espacio en disco se les realiza una copia de seguridad, y posteriormente son eliminados para liberar espacio en dicho servidor. Por tanto, las especificaciones de un servidor de Viettel Perú S.A.C asignado para el despliegue del aplicativo web así como los continuos procesos de copia de seguridad en los servidores, aseguran el correcto funcionamiento del aplicativo web y la experiencia de usuario en general, los cuales no serán afectados factores como la cantidad de espacio disponible en RAM o disco.

4.8.3 Pruebas de estrés

Adicional a los datos de estadísticas y utilización que se describió anteriormente, se ha optado por realizar pruebas de estrés en el servidor con el objetivo de obtener datos respecto al rendimiento de la aplicación web cuando se produce un elevado número de conexiones en simultáneo. Se ha utilizado *web server stress tool* 8, una herramienta que permite definir los escenarios de pruebas y el número de conexiones en simultáneo. Mayor información de esta herramienta se encuentra en la referencia [PAE2017].

Entonces, para las pruebas de estrés el servidor a estudiar será el servidor de pruebas. La línea de comando a ejecutar en Xshell para obtener la información del servidor de pruebas y su resultado se muestran en las figuras 4-24 y 4-25, respectivamente.

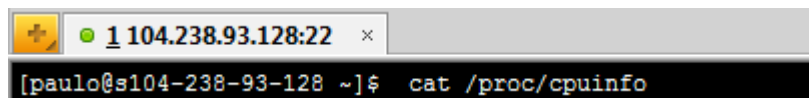
A screenshot of a terminal window. The title bar shows a green dot, the IP address '104.238.93.128:22', and a close button. The terminal content shows the prompt '[paulo@s104-238-93-128 ~]\$', followed by the command 'cat /proc/cpuinfo' and its output.

FIGURA 4 - 24: Comando para obtener la información del servidor de pruebas
Fuente: Elaboración propia

```
104.238.93.128:22 x
vendor_id      : Genu
cpu family    : 6
model         : 62
model name    : Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2630L v2 @ 2.40GHz
stepping     : 4
microcode    : 1064
cpu MHz      : 2401.000
cache size   : 15360 KB
physical id  : 0
siblings     : 12
core id      : 0
cpu cores    : 6
apicid       : 0
initial apicid : 0
fpu          : yes
fpu_exception : yes
cpuid level  : 13
wp           : yes
flags        : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca
n pebs bts rep_good xtopology nonstop_tsc aperfmperf cpuid_faulting pni p
timer aes xsave avx f16c rdrand lahf_lm ida arat epb pln pts dtherm tpr_s
bogomips     : 4800.37
clflush size : 64
cache_alignm : 64
address sizes : 46 bits physical, 48 bits virtual
power management:
```

FIGURA 4 - 25: Información del servidor de pruebas
Fuente: Elaboración propia

En la herramienta *web server tool*, el primer apartado a configurar es el escenario de pruebas, Figura 4-26. Se seleccionó un escenario para 500 usuarios y se añadió un retardo de acceso de 2 segundos. Entonces, la simulación consiste en generar una carga para 500 usuarios, los cuales intentan acceder a un URL cada 2 segundos.

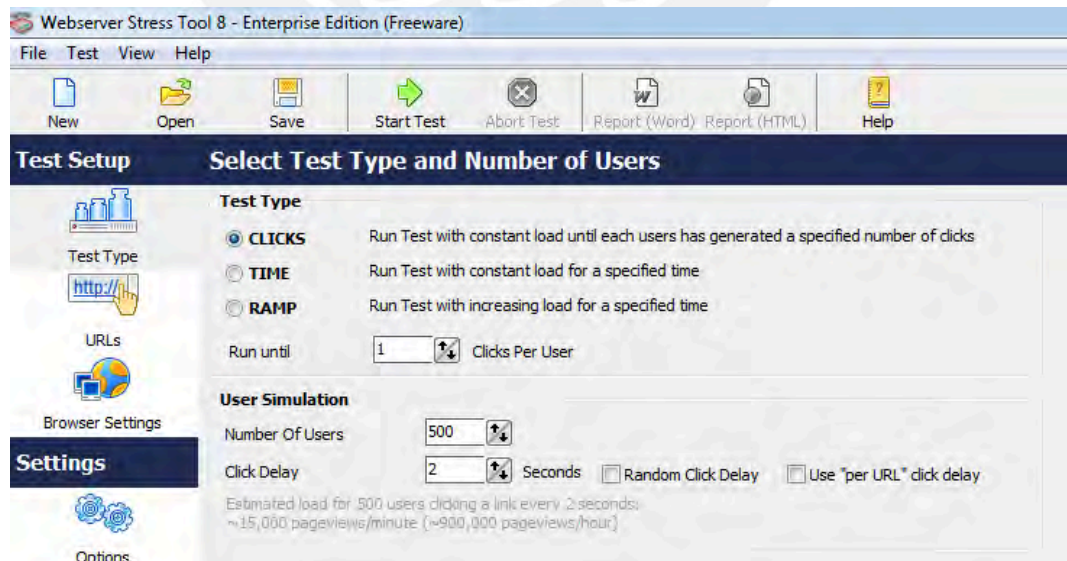


FIGURA 4 - 26: Configuración del escenario de pruebas
Fuente: Elaboración propia

Luego, en el apartado de URLs, Figura 4-27, se añadieron las direcciones URL de las principales funciones del aplicativo web como inicio de sesión, ventana principal, registrar nueva BTS, actualizar BTS, Visualizar tareas de BTS, Editar Acta de BTS y descargar el acta de una BTS en formato pdf.

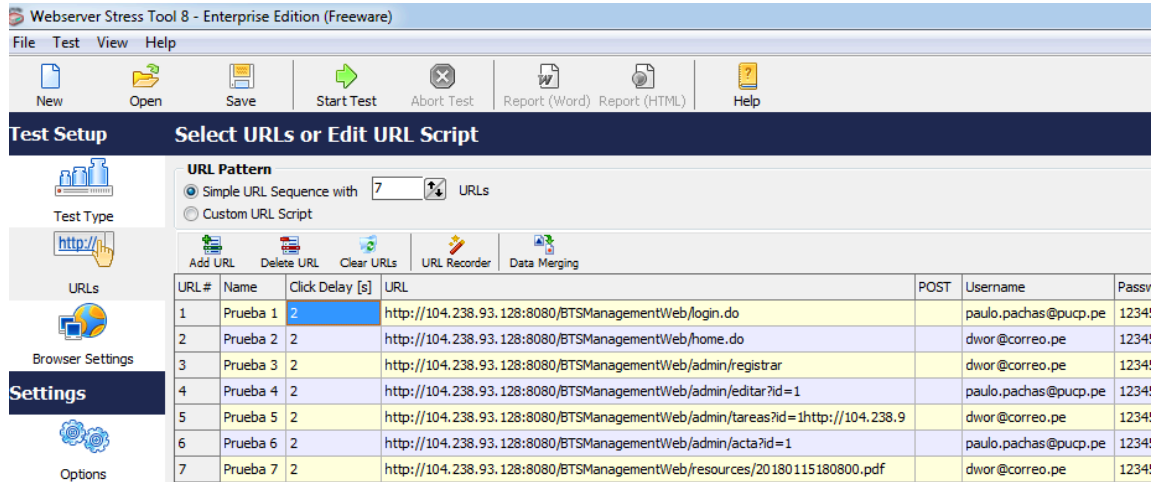


FIGURA 4 - 27: URL con las funciones para la prueba de estrés en el servidor
Fuente: Elaboración propia

Una vez iniciada la prueba de estrés, en el servidor a través de Xshell se observará el comportamiento de dicho servidor ante la carga generada por los 500 usuarios. Los resultados se muestran en la siguiente figura 4-28.

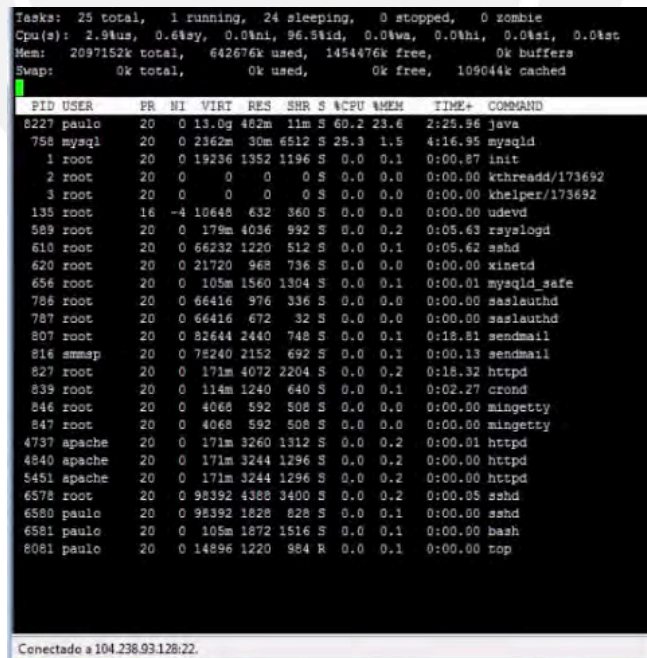


FIGURA 4 - 28: Resultados de prueba de estrés para 500 usuarios
Fuente: Elaboración propia

En los resultados obtenidos para el servidor de prueba, se observa que el uso de memoria RAM alcanza un valor cercano al 25%, siendo su capacidad igual a 2GB. Mientras que el uso de CPU alcanza un valor por encima del 50%. Por lo tanto, considerando que las especificaciones del servidor de producción de Bitel superan considerablemente al de pruebas, en base a la información expuesta en la tabla 4-1, se espera que la aplicación web no sufra grandes problemas de rendimiento una vez esté en funcionamiento, ya que en un entorno real se estima que la cantidad de usuarios finales que utilizarán el aplicativo web no superará la cifra de 30 usuarios.

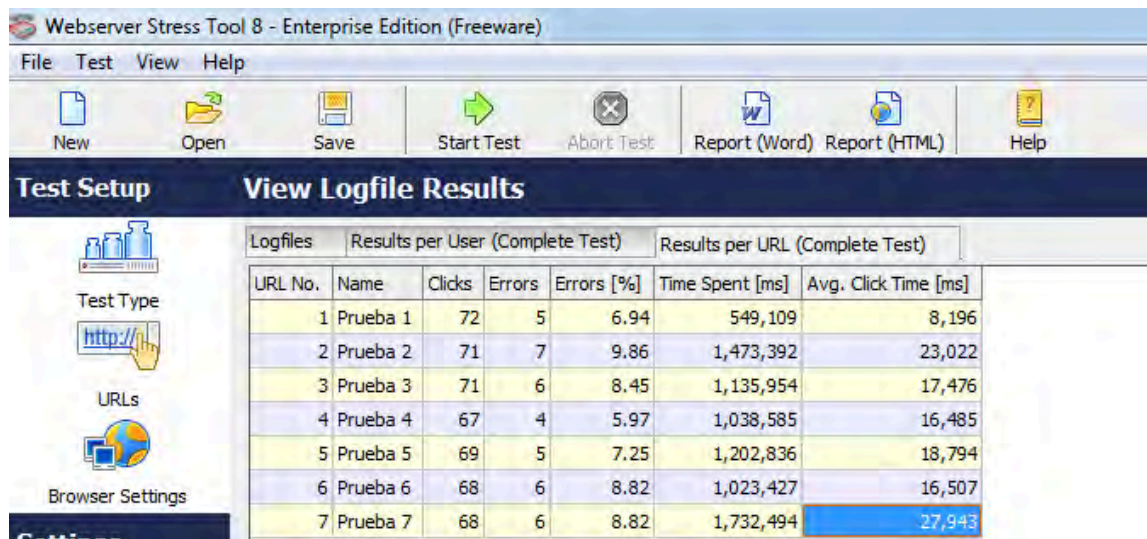


FIGURA 4 - 29: Resultados de las URL para cada prueba
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la herramienta web server tool ofrece un archivo de registro donde se resume el resultado de cada prueba para los 500 usuarios. Estos resultados se muestran en la siguiente figura 4-29.

En las 7 pruebas realizadas, el porcentaje de error más alto no supera el 10%. Debe dejarse en claro que el término error no hace referencia a la falla de una de una de las funciones de la aplicación web. Se entiende por error al evento donde el servidor no responde completamente a una vista de la página web; es decir, no se logra cargar completamente una imagen, no se concluye un redireccionamiento hacia una nueva vista o archivo. La existencia de estos errores tiene como sustento que en el escenario de pruebas de 500 usuarios se configuró que cada usuario realice un *click* cada 2 segundos. Realizar un click cada 2 segundos quiere decir que el usuario intenta acceder nuevamente al enlace URL cada 2 segundos, esto con el objetivo de medir que tan rápido responde el servidor ante una alta demanda de información. Para 500 usuarios, un 10%

de porcentaje de error resulta un valor bajo en el presente aplicativo web. Por el contrario, un porcentaje de error elevado se hubiera interpretado como una pobre experiencia de usuario. Es decir, generar impaciencia o frustración en el usuario final por el elevado tiempo que necesita la aplicación web para mostrar completamente la información de base de datos, estilos o imágenes en cada una de sus vistas. Por lo tanto, la aplicación web además de ser de fácil uso, también busca dar una rápida respuesta a las solicitudes de los distintos usuarios.



Conclusiones

Se tienen las siguientes conclusiones a partir de los resultados obtenidos luego de culminar el diseño e implementación del presente aplicativo web:

- Se analizaron los requerimientos del aplicativo web propuesto por Viettel Perú S.A.C, y en base a estos, se diseñó e implementó el aplicativo web para el registro y monitoreo de las estaciones base.
- La implementación del aplicativo web se ha realizado haciendo uso de *software* libre. Esto se traduce en un ahorro en licencias.
- El aplicativo web permite almacenar en una base de datos la información relacionada a una BTS. Desde el aplicativo web también es posible consultar en cualquier momento esta información, y monitorear de esta manera el estado o etapa de desarrollo en la que se encuentra una BTS.
- El aplicativo web permite generar las actas de BTS en formato pdf de una forma rápida y eficiente. Se reemplaza el anterior proceso de elaboración de acta de BTS, el cual era manual en base a una plantilla en *Word* y estaba sujeto a errores y constantes revisiones al carecer de validación.
- Las especificaciones del servidor que Viettel Perú S.A.C propone para el despliegue del aplicativo web, son suficientes para que el aplicativo web funcione sin interrupciones. Esto sumado a la ejecución constante de copias de seguridad en los servidores, asegura que sea posible la generación de un elevado número de actas de BTS en formato pdf sin tener que preocuparse por la cantidad disponible de espacio en disco.
- En términos económicos, el análisis coste/beneficio permite justificar la selección del presente aplicativo web como solución a las necesidades planteadas por la empresa Viettel Perú S.A.C. Además, de los flujos de caja se concluye que el aplicativo web es rentable, incluso si solo se considera un mediano plazo.

Recomendaciones

El aplicativo web desarrollado es bastante completo de acuerdo a los requerimientos solicitados por Viettel Perú S.A.C, sin embargo se le pueden añadir nuevas funcionalidades, a modo de trabajos a futuro, destacando principalmente:

- Habilitar la opción de multilinguaje. El presente trabajo permite tener a disposición información relacionada a las estaciones bases, así mismo, permite generar de manera instantánea las actas de las estaciones base. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en Viettel Perú S.A.C el aplicativo web estará a disposición del personal peruano y vietnamita. Por tal motivo, se sugiere habilitar posteriormente la opción de multilinguaje, es decir, poder visualizar el aplicativo web en el idioma español o inglés, según lo requiera el usuario.
- Generación de alertas. Enviar mensaje de texto o correo electrónico al jefe supervisor de un grupo de estaciones base, cuando haya vencido el plazo para realizar las pruebas básicas de funcionamiento en una BTS.



Bibliografía

[AGM2017] Antony García, “¿Qué es maven y para qué se utiliza?”, Panama Hitek

<http://panamahitek.com/que-es-maven-y-para-que-se-utiliza/>

Última fecha de consulta: Octubre de 2017

[AMR2010] Alex Mendez, “Framework Bootstrap y sus ventajas”

<http://www.alexmendezromero.com/el-framework-bootstrap-sus-usos-y-ventajas/>

Última fecha de consulta: Junio de 2017.

[AND2017] JUNTA DE ANDALUCIA, “Java Server Faces”

<http://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/recurso/101>

Última fecha de consulta: Junio de 2017.

[APF2017] Applesfera, Balsamiq mockup, una muy buena herramienta para esbozar futuras apps

<https://www.applesfera.com/aplicaciones-os-x-1/balsamiq-mockup-una-muy-buen-herramienta-para-esbozar-tus-futuras-apps>

Última fecha de consulta: Octubre de 2017

[APO2011] APONTE SANLY. Proyecto “Sistemas operativos móviles: Funcionalidades, efectividad y aplicaciones útiles, Colombia”. Universidad EAN.

URL: <http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/761/AponteSanly2011.pdf?jsessionid=CEFA6D0B237D397A883EF2C0F39F01D2?sequence=3>

Última fecha de consulta: Diciembre de 2016.

[AUL2016] AULA VIRTUAL. “Hibernate: Aplicaciones distribuidas”. Universidad de Murcia. España. 2016.

URL: https://aulavirtual.um.es/access/content/group/3871_G_2011_N_N/Teoria/T5A%20-%20Hibernate.pdf

Última fecha de consulta: Diciembre de 2016.

[BAL2017] Balsamiq, why balsamiq mockups for wireframing?

<https://balsamiq.com/products/mockups/>

Última fecha de consulta: Octubre de 2017

[BLO2016] Blog EDUCACION, “Hibernate en Java”

<http://blog.educacionit.com/2013/02/07/que-es-java-hibernate/>

Última fecha de consulta: Junio de 2017.

[BUA2015] BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE. “Sistemas Operativos”. Universidad de Alicante. España. 2015

URL: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/54704/2/ci2_basico_2015-16_Sistemas_operativos.pdf

Última fecha de consulta: Diciembre de 2016.

[CAR2016] ACADEMIA CARTAGENA99. “Hibernate”.

URL: <http://www.cartagena99.com/recursos/programacion/apuntes/ManualHibernate.pdf>

Última fecha de consulta: Diciembre de 2016.

[CED2017] CÉDRIC SIMON, “Hibernate”

http://www.solucionjava.com/pdf/Curso_JSF2_Hibernate3.pdf

Última fecha de consulta: Mayo de 2017.

[COM2011] EL COMERCIO. “Viettel será el cuarto operador de telefonía móvil en el país”. 2011

URL: http://elcomercio.pe/economia/peru/vietnamita-viettel-cuarto-operador-telefoniamovil-pais-noticia-705249?ref=flujo_tags_231647&ft=nota_19&e=titulo

Última fecha de consulta: Noviembre de 2016.

[COM2016] EL COMERCIO. “Bitel anuncia cobertura de su servicio 4G para todo el Perú”. 2016

<https://elcomercio.pe/tecnologia/moviles/bitel-anuncia-cobertura-servicio-4g-peru-154612>

Última fecha de consulta: Noviembre de 2017

[DAV2014] David Mayor, “Evaluación de Spring MVC”, Universidad de Alcalá

<http://dspace.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/20742/TFG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Última fecha de consulta: Junio de 2017.

[DEC2007] DECSAI. “Curso Introducción a las bases de datos: Fundamentos de diseño de bases de datos”. Universidad de Granada. España. 2007

URL: <http://elvex.ugr.es/idbis/db/docs/intro/B%20Bases%20de%20Datos.pdf>

Última fecha de consulta: Diciembre de 2016.

[ELO2016] Eloísa Esquivel, “Aplicación web de gestión de una academia con Spring Framework”, Universidad de Sevilla

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/12358/fichero/MemoriaPFC.pdf>

Última fecha de consulta: Octubre de 2017.

[GAM2016] GABRIEL MENDEZ, “Spring Framework”

<https://www.createspace.com/5500618>

Última fecha de consulta: Mayo de 2017.

[GAR2003] GARCÍA ÁLVARO. “Manual Práctico SQL”. Web del programador. 2003

URL: <http://www.lawebdelprogramador.com/cursos/archivos/ManualPracticoSQL.pdf>

Última fecha de consulta: Diciembre de 2016.

[GAR2009] GARCÍA CARLOS. “Sistemas operativos de dispositivos móviles”. Universidad Carlos III de Madrid. España. 2009.

Última fecha de consulta: Diciembre de 2016.

[GDD2017] GoDaddy TM, Hosting de VPS, rápido, ampliable y seguro

<https://pe.godaddy.com/hosting/vps-hosting>

Última fecha de consulta: Octubre de 2017

[GPL2017] El sistema operativo GNU, “Preguntas frecuentes acerca de las licencias de GNU”

<https://www.gnu.org/licenses/gpl-faq.es.html#WhatDoesGPLStandFor>

Última fecha de consulta: Enero de 2018

[GRE2004] GreenPeace, “El papel: guía para un consumo responsable”

<https://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/el-papel.pdf>

Última fecha de consulta: Mayo de 2018

[GUM2016] GUSTAVO MARTINEZ, “Diseño de Framework web para aplicaciones dinámicas”

<http://www.redalyc.org/html/849/84917316032/>

Última fecha de consulta: Mayo de 2017.

[GUT2016] GUTIÉRREZ JAVIER. “¿Qué es un framework web?”. Universidad de Sevilla. España. 2016.

URL: http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion_ficheros/Framework.pdf

Última fecha de consulta: Diciembre de 2016.

[IDC2016] INTERNATIONAL DATA CORPORATION. “Smartphone OS Market Share, 2016 Q2”. Estados Unidos. 2016

URL: <https://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>

Última fecha de consulta: Diciembre de 2016.

[IGU2007] Isac Guachilema, “Calidad de Servicio QoS”, Escuela Superior Politécnica del Litoral

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10961/1/Calidad%20de%20Servicio%20%28QoS%29%20de%20la%20Red%20UMTS.pdf>,

Última fecha de consulta: Junio de 2017.

[ISI2017] ISI, “Introducción a aplicaciones web”

<http://www.lsi.us.es/docencia/get.php?id=854>

Última fecha de consulta: Junio de 2017.

[IXE2017] Intel. “Procesador Intel xeon E5-2609”. 2017

https://ark.intel.com/es/products/64588/Intel-Xeon-Processor-E5-2609-10M-Cache-2_40-GHz-6_40-GTs-Intel-QPI

Última fecha de consulta: Diciembre de 2017

[JRD2017] Javier Rodríguez, Diagrama entidad relación en MySQL workbench

<https://www.javierrguez.com/generar-diagrama-entidad-relacion-de-una-base-de-datos-mysql-existente-con-mysql-workbench/>

Última fecha de consulta: Septiembre de 2017

[JUA2011] Juan Manuel Gimeno, Programación Java

<http://ocw.udl.cat/enginyeria-i-arquitectura/programacio-2/continguts-1/2-javadoc.pdf>

Última fecha de consulta: Junio de 2017.

[LET2014] Leticia Cano, “Análisis de Parámetros CPICH, RSCP, Ec/Io en Redes 3G”,

<http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/13290/1/ANALISIS%20DE%20PARAMETROS%20CPICH%20RSCP%20Y%20Ec-Io.pdf>

Última fecha de consulta: Junio de 2017.

[MYS2017] MySQL, “MySQL Workbench”

<https://www.mysql.com/products/workbench/>

Última fecha de consulta: Marzo de 2017.

[NAV2003] NAVARRO JOSÉ. “Iniciación a Oracle8”. La Web del programador. 2003

URL: <http://www.lawebdelprogramador.com/cursos/CPY/1747/CursoOracle.pdf>

Última fecha de consulta: Noviembre de 2016.

**[NAV2017] Nicolás Álvarez, “Instalación y configuración de un servidor web”,
Universidad Técnica Federico Santa María**

<http://www2.elo.utfsm.cl/~iwg101/ClaseWeb.pdf>

Última fecha de consulta: Octubre de 2017

[NET2017] NetBeans.org, “NetBeans IDE features”

<https://netbeans.org/features/index.html>

Última fecha de consulta: Marzo de 2017.

**[ODO2011] Universidad Nacional de Colombia. “Programa de reciclaje y
disminución del consumo de papel”. 2011**

URL: http://www.odontologia.unal.edu.co/hazunbuenpapel/docs/ProgramaReciclajePapel_v1.pdf

Última fecha de consulta: Mayo de 2018.

**[ORA2008] ORACLE. “Curso de SQL avanzado y PL/SQL básico para Oracle 10g
(10.2)”. 2008**

URL: http://www.solucionjava.com/pdf/Curso_Oracle_PLSQL.pdf

Última fecha de consulta: Diciembre de 2016.

[OSA2017] Oneskyapp.com, Bootstrap, una estructura para todo dispositivo

<http://www.oneskyapp.com/es/docs/bootstrap/>

Última fecha de consulta: Octubre de 2017

[OSI2014] OSIPTEL. “Infraestructura de redes móviles en el Perú: Análisis y recomendaciones para promover su mejora”. 2014

URL: https://www.osiptel.gob.pe/Archivos/Publicaciones/infrared_moviles_peru/infrared_moviles_peru.html#

Última fecha de consulta: Noviembre de 2016.

[OSI2016] OSIPTEL. “Un Perú más conectado”. 2016

URL: https://www.osiptel.gob.pe/Archivos/Publicaciones/BoletinOSIPTEL_E16/files/assets/common/downloads/OSIPTEL.COM%20Edici.pdf

Última fecha de consulta: Marzo de 2018.

[OSM2011] OSMOSIS LATINA. “Curso Java Web (JSP’s/Servlet): Struts”. 2011

URL: <https://javaweb.osmosislatina.com/curso/struts.htm>

Última fecha de consulta: Diciembre de 2016.

[PAE2017] PRTG Network Monitor. “Monitoreo de infraestructura de TI”. Paessler. Alemania. 2017.

URL: <https://www.paessler.com/tools/webstress>

Última fecha de consulta: Diciembre de 2017

<https://www.paessler.com/tools/webstress>

[PAL2013] PALACIOS ÁLVARO. “Diseño de solución Interoperable para aplicaciones M2M”. Universidad Politécnica de Madrid. España. 2013.

URL: http://oa.upm.es/22160/1/PFC_ALVARO_PALACIOS_TOLON.pdf

Última fecha de consulta: Noviembre de 2016

[PAV2008] PAVÓN JUAN. “El patrón Modelo-Vista-Controlador”. Universidad Complutense Madrid. España. 2008.

URL: <https://www.fdi.ucm.es/profesor/jpavon/poo/2.14.MVC.pdf>

Última fecha de consulta: Diciembre de 2016.

[PBT2011] Pedro Ventura, Crear esquema EER desde MySQL Workbench

<https://www.pedroventura.com/gestion-de-proyecto/crear-un-esquema-eer-desde-el-gestor-de-base-de-datos-mysql-workbench/>

Última fecha de consulta: Septiembre de 2017

[PED2012] PEDROZO GABRIEL. Monografía “Sistemas operativos en dispositivos móviles”. Universidad Nacional del Nordeste. 2012.

URL: http://exa.unne.edu.ar/informatica/SO/Sistemas_Operativos_en_Dispositivos_Moviles.pdf

Última fecha de consulta: Diciembre de 2016.

[PMO2017] PMOInformática.com, Requerimientos funcionales

<http://www.pmoinformatica.com/2017/02/requerimientos-funcionales-ejemplos.html>

Última fecha de consulta: Septiembre de 2017

[ROC2010] Rocío Hernando, “Sistemas de e-Participación: evaluación de la arquitectura, diseño e implementación de un prototipo que incorpora gestión de organizaciones y territorios”, Universidad de Alcalá

<http://www.kyopol.net/docs/TFC.RocioMartin.SistemasEParticipacion.pdf>

Última fecha de consulta: Junio de 2017.

[RUB2011] Rubén Velasco, Xshell un cliente telnet y ssh todo en uno

<https://www.redeszone.net/2014/11/28/xshell-un-cliente-telnet-y-ssh-todo-en-uno/>

Última fecha de consulta: Agosto de 2017.

[SAA2014] SANDRA ÁLVAREZ, “Java Server Faces”

<http://www.it.uc3m.es/spickin/docencia/comsoft/presentations/spanish/07-08/JSF.pdf>

Última fecha de consulta: Junio de 2017.

[SAR2016] SANCHEZ, R. “Spring, un framework de aplicación”

http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/sanchez_r_ma/capitulo3.pdf

Última fecha de consulta: Mayo de 2017.

[SCI2014] ROBERTO, M. “Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión”

http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v7n7/v7n7_a06.pdf

Última fecha de consulta: Mayo de 2018.

[STR2015] Struts 2: El framework de desarrollo de aplicaciones Java EE

Última fecha de consulta: Junio de 2017.

[UCM2017] Universidad Complutense de Madrid, Uso de NetBeans

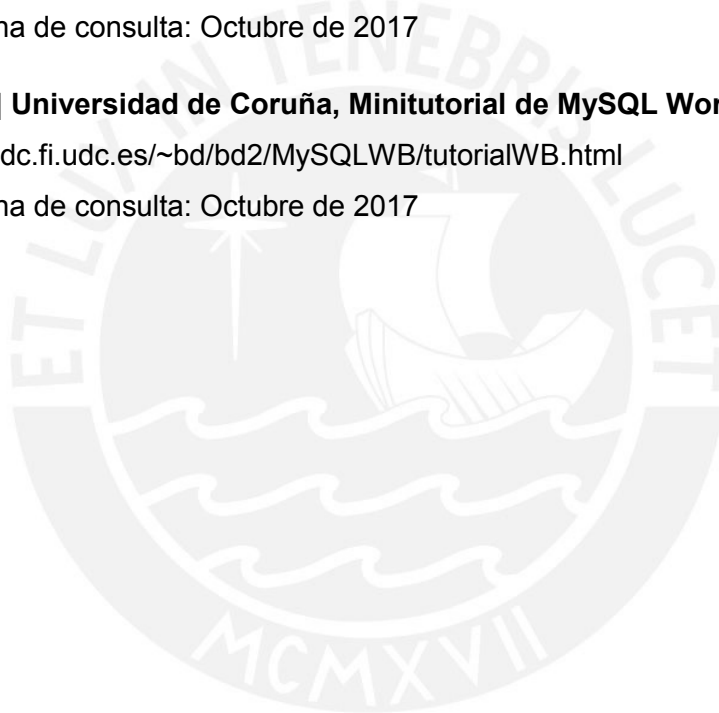
<https://www.fdi.ucm.es/profesor/luis/fp/devtools/NetBeansUso.html>

Última fecha de consulta: Octubre de 2017

[UCR2017] Universidad de Coruña, Minitutorial de MySQL Workbench

<http://coba.dc.fi.udc.es/~bd/bd2/MySQLWB/tutorialWB.html>

Última fecha de consulta: Octubre de 2017



Anexos

Anexo A: Modelamiento de la base de datos

Anexo B: Despliegue del aplicativo web en el servidor de Pruebas

Anexo C: SQL utilizado para los datos de prueba

Anexo D: Encuesta

