

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA**

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN INFORMÁTICA QUE  
GARANTICE ALTA DISPONIBILIDAD DE LOS SERVIDORES DE  
EDUCACIÓN VIRTUAL DEL SRI**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN**

**BOLÍVAR GABRIEL RIVADENEIRA MÉNDEZ  
(gabrielrivadeneiram@gmail.com)**

**DIRECTOR: ING. MAYRITA VALLE  
(myvalle@sri.gov.ec)**

**Quito, Mayo 2010**

## DECLARACIÓN

Yo Bolívar Gabriel Rivadeneira Méndez, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Bolívar Gabriel Rivadeneira Méndez

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Bolívar Gabriel Rivadeneira Méndez bajo mi supervisión.

---

Ing. Mayrita Valle Avendaño

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis amigos universitarios con quienes compartí muchos momentos gratos en la EPN y fuera de ella.

A mis amigos de trabajo quienes me apoyaron en todo momento y me dieron siempre ánimo para la finalización de mi proyecto.

Un agradecimiento especial a mi tutora Mayrita y su esposo Xavier, quienes, a más de coordinar mi trabajo de tesis han sido unos verdaderos amigos, que me han apoyado en todo momento.

Y sobre todo a Dios quien me ha dado la vida, la oportunidad de estar aquí y tener una familia muy especial a quienes quiero mucho y de quienes he recibido todo el cariño y apoyo.

## DEDICATORIA

*A mis padres,  
Alicia Judith Méndez Gordon y  
Bolívar Patricio Rivadeneira Meza*

## CONTENIDO

### ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN .....	ii
CERTIFICACIÓN .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
DEDICATORIA.....	v
CONTENIDO.....	vi
RESUMEN .....	xii
PRESENTACIÓN .....	xiv
CAPITULO 1: TECNOLOGÍA DE ALTA DISPONIBILIDAD .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 ALTA DISPONIBILIDAD .....	1
1.2.1 Evaluación de Riesgos .....	3
1.2.2 Tolerancia a Fallos .....	4
1.2.3 Aplicaciones.....	4
1.3 ARQUITECTURA WEB DE ALTA DISPONIBILIDAD .....	5
1.3.1 Cluster .....	5
1.3.2 Elementos del Cluster.....	6
1.4 SEGURIDAD WEB.....	13
CAPITULO 2: ANÁLISIS Y CONFIGURACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA. 17	
2.1 INTRODUCCIÓN .....	17
2.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLATAFORMA VIRTUAL DEL SRI.....	17
2.2.1 Área de Software .....	18

2.2.2	Área de Hardware.....	26
2.2.3	Configuración de Red Utilizada .....	28
2.2.4	Área de Usuario.....	30
2.2.5	Políticas Internas del SRI para que un Aplicativo Web pueda salir a producción. ....	32
2.2.6	Problemas detectados en la configuración actual.....	33
2.3	DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN A IMPLEMENTAR .....	47
2.3.1	Redimensionamiento del hardware .....	50
2.3.2	Configuración del software a utilizar .....	51
2.3.3	Configuración de seguridad en la autenticación .....	86
CAPITULO 3: DESARROLLO DEL PROTOTIPO.....		92
3.1	PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN DE LA PLATAFORMA VIRTUAL	92
3.1.1	Configuración General.....	93
3.1.2	Autenticación .....	97
3.1.3	Agregar campos de perfil de usuario.....	100
3.1.4	Configuración de Permisos.....	101
3.1.5	Ajustes de Ubicación e Idioma.....	102
3.1.6	Módulos .....	103
3.1.7	Seguridad .....	106
3.1.8	Servidor .....	107
3.1.9	Informes.....	111
3.2	PARAMETROS DE CONFIGURACIÓN DE UN CURSO VIRTUAL.....	112
3.2.1	Parámetros de configuración General .....	112
3.2.2	Parámetros de seguridad y disponibilidad de un curso virtual.....	114
3.3	TIPO DE RECURSOS EMPLEADOS EN UN CURSO VIRTUAL .....	115
3.3.1	Recursos Asincrónicos .....	115

3.3.2	Recursos Sincrónicos .....	116
3.4	ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES E-LEARNING.....	117
3.5	PRUEBAS DE DISPONIBILIDAD .....	120
3.5.1	Escenario de Pruebas .....	121
3.5.2	Ejecución de Pruebas.....	122
CAPITULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		130
4.1	CONCLUSIONES .....	130
RECOMENDACIONES .....		133
1.	Flexibilidad de Adaptación con la Institución; <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
2.	Flexibilidad didáctica..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
3.	Usabilidad .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.	Accesibilidad .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.	Estandarización .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.	Flexibilidad tecnológica .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7.	Metodología .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.	Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment); <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
2.	ATutor .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.	e-ducativa .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		136
ANEXOS .....		<b>¡Error! Marcador no definido.</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Elementos de una SAN .....	12
Figura 1.2 HTTPS en el modelo TCP/IP .....	13
Figura 1.3 Proceso de autenticación y encriptación mediante SSL.....	15
Figura 2.1 Diseño de Software .....	19
Figura 2.2 Entorno de Moodle versión 1.9.2.....	26
Figura 2.3 RAM vs Usuarios.....	28
Figura 2.4 Diagrama de red del Servidor de educación virtual (Moodle).....	29
Figura 2.5 Sitios registrados de Moodle .....	36
Figura 2.6 Diagrama de configuración de la solución de alta disponibilidad .....	48
Figura 2.7 Funcionamiento Oracle RAC.....	49
Figura 2.8 Diagrama de bloques de la instalación de software .....	52
Figura 2.9 Contenido del archivo issue .....	56
Figura 2.10 Contenido de archivo motd .....	56
Figura 2.11 Revisión previa mediante clufy para <i>Oracle Cluester</i> .....	78
Figura 2.12 Interfaz OUI para instalación de Oracle Data Base.....	79
Figura 2.13 Administración web de Zend Core for Oracle.....	83
Figura 2.14 Limitación del tamaño de carga a la plataforma.....	84
Figura 2.15 Archivo ssl.conf modificado .....	89
Figura 2.16 Hosting Virtual HTTPS .....	90
Figura 2.17 Hosting Virtual HTTP.....	91
Figura 2.18 Configuración de autenticación segura para Moodle .....	92
Figura 3.1 Bloque de Administración de Moodle .....	93
Figura 3.2 Edición del Perfil de usuario Administrador General .....	94
Figura 3.3 Edición de la portada de la plataforma virtual .....	96
Figura 3.4 Agregar bloques en la portada .....	97
Figura 3.5 Ejemplo de árbol LDAP .....	98
Figura 3.6 Método de autenticación LDAP .....	99
Figura 3.7 Agregación de campos de perfil de usuario .....	100
Figura 3.8 Concesión de permisos para el rol de Invitado .....	102

Figura 3.9 Actividades instaladas en la plataforma de educación virtual del Centro de Estudios Fiscales. ....	104
Figura 3.10 Bloques instaladas en la plataforma de educación virtual del Centro de Estudios Fiscales. ....	105
Figura 3.11 Pantalla de configuración del servidor Email.....	109
Figura 3.12 Pantalla de configuración de la Sesión .....	111
Figura 3.13 Entorno de Instalación de la plataforma virtual .....	111
Figura 3.14 Registros de Actividades.....	112
Figura 3.15 Copias de seguridad automáticas .....	114
Figura 3.16 Características de un OA .....	119
Figura 3.17 Proceso de acreditación del estándar SCORM.....	119
Figura 3.18 Diagrama de la Solución Implementada.....	121
Figura 3.19 Detalle del log de inicio de <i>HeartBeat</i> servidor principal .....	123
Figura 3.20 Detalle del log de inicio de <i>HeartBeat</i> servidor principal .....	123
Figura 3.21 Caída del servidor principal (192.168.0.101).....	124
Figura 3.22 Log de habilitación del servidor <i>backup</i> (192.168.0.102) .....	124
Figura 3.23 Estado de la conexión del servicio web (IP virtual: 192.168.0.107) .....	125
Figura 3.24 Log de restablecimiento del servidor principal (192.168.0.101) .....	126
Figura 3.25 Conectividad del servidor <i>backup</i> (192.168.0.102) .....	126
Figura 3.26 Disponibilidad del servidor principal .....	127
Figura 3.27 Disponibilidad del servidor <i>backup</i> (192.168.0.102).....	128
Figura 3.28 Disponibilidad del servidor web (192.168.0.107).....	128
Figura 3.29 Disponibilidad del <i>Cluster</i> de BDD (192.168.0.103) .....	129

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Índices de disponibilidad .....	2
Tabla 1.2 Software de alta disponibilidad para bases de datos.....	10
Tabla 1.3 Formato de particiones par Oracle RAC.....	11
Tabla 2.1 Comparación entre MYSQL y ORACLE .....	24
Tabla 2.2 Distribución de Usuarios por Regional .....	29
Tabla 2.3 Ancho de Banda de oficinas Regionales .....	30
Tabla 2.4 Parámetros de análisis para el paso a producción de un aplicativo web .....	32
Tabla 2.5 Tipos de Datos MYSQL vs ORACLE <sup>(24)</sup> .....	38
Tabla 2.6 Peso estimado de un curso virtual.....	42
Tabla 2.7 Nivel de Interacción .....	43
Tabla 2.8 Consumo de ancho de banda .....	46
Tabla 2.9 Particionamiento de disco duro <sup>(25)</sup> .....	53
Tabla 3.1 Mapeo de Datos Moodle - LDAP .....	100
Tabla 3.2 Políticas del Sitio .....	107
Tabla 3.3 Parámetros de configuración general de un curso virtual.....	113
Tabla 3.4 Parámetros de configuración de un curso virtual .....	115
Tabla 3.5 Características de los recursos sincrónicos y asincrónicos.....	117
Tabla 3.6 Descripción de equipos del <i>Cluster</i> .....	122

## RESUMEN

Las tecnologías de alta disponibilidad garantizan accesibilidad a la información de los sistemas informáticos, su objetivo es satisfacer las exigencias de los usuarios finales, en un mundo donde la tecnología y la información se encuentran globalizadas y el acceso a la información es la clave del éxito.

Existen varios tipos de arquitecturas que proporcionan alta disponibilidad, tanto a nivel de software como de hardware; para elegir una arquitectura adecuada es importante analizar los fallos más comunes y los más críticos a los que se está expuesto el sistema informático que requiere alta disponibilidad.

Un correcto diseño de un sistema de información debe contemplar mecanismos de seguridad; con el manejo de niveles de seguridad es posible garantizar al usuario final autenticidad y confidencialidad de la información enviada a través de un sitio web.

El Centro de Estudios Fiscales del Servicio de Rentas Internas ha implementado una plataforma de educación virtual, mediante la cual se ejecutará el proceso de capacitación a todos los funcionarios de la Institución, que se encuentran distribuidos en las diferentes ciudades del país y que su disponibilidad de tiempo es limitada. Con este antecedente se ve la necesidad de evaluar la plataforma de capacitación actual e implementar una solución que permita accesibilidad las 24 horas los 7 días de la semana a este sistema.

En el proceso de evaluación del sistema se encontraron fallas en la configuración, que impiden un óptimo funcionamiento de la plataforma de educación virtual, así como incumplimiento en estándares institucionales que impiden que el sistema pueda salir a producción y se garantice un servicio de soporte adecuado por parte del Departamento de Tecnología del SRI.

En función de la evaluación y análisis se realizó un esquema de la solución a implementar tomando en cuenta los parámetros institucionales, la optimización de recursos, la seguridad de la información y el correcto desempeño de la plataforma de educación virtual. En base a este esquema se detalla paso a paso el proceso

de configuración e implementación de cada uno de los componentes que se describen en el diseño propuesto a fin de proporcionar una guía clara para la ejecución de la solución de alta disponibilidad.

Finalmente se realizaron las pruebas de disponibilidad que verificaron el funcionamiento adecuado del sistema; llegando a la conclusión que la plataforma para la gestión de aprendizaje virtual Moodle 1.9.4 sobre Oracle, configurada en una arquitectura tipo *Cluster* cumple con los requerimientos del Centro de Estudios Fiscales del SRI, garantizando accesibilidad y rendimiento del sistema.

## PRESENTACIÓN

Independientemente de la funcionalidad que un sistema web pueda brindar, los usuarios finales exigen accesibilidad en todo momento, las 24 horas del día, los 7 días de la semana, para conseguir satisfacer estos requerimientos es necesario implementar una solución de alta disponibilidad que garantice accesibilidad, seguridad y rendimiento del sistema, mediante un servicio de calidad.

Este trabajo tiene con fin presentar una solución que garantice alta disponibilidad a la plataforma de educación virtual del Centro de Estudios Fiscales del Servicio de Rentas Internas, a fin de afianzar el proyecto de capacitación de todos los funcionarios de la Institución.

El presente documento está conformado por cuatro capítulos, como se detallan a continuación:

En el Capítulo 1, se exponen los mecanismos y los elementos de arquitecturas que garantizan alta disponibilidad de sistemas informáticos; adicionalmente se presenta la configuración de seguridad que un sistema web debe proporcionar con el fin de garantizar autenticidad y confidencialidad de la información.

En el Capítulo 2, se realiza un análisis de la configuración actual que dispone el servidor de educación virtual del Servicio de Rentas Internas, a fin de detectar cualquier tipo de inconveniente que impida el óptimo desempeño del sistema. Identificados estos inconvenientes se desarrolla la solución que consiste en un redimensionamiento a nivel de hardware y software, garantizando el cumplimiento de los parámetros de calidad (tráfico de red, rendimiento, seguridad y disponibilidad) requeridos por el SRI.

En el Capítulo 3, se definen los parámetros de configuración general de la plataforma de educación virtual que permitirán optimizar el rendimiento y garantizar su funcionalidad; también se detallan aspectos claves para la creación de un curso virtual a fin de conseguir seguridad en el acceso a la información y optimizar el manejo de los recursos virtuales; finalmente se presentan las pruebas que validan el correcto funcionamiento de la solución implementada.

En el Capítulo 4, se detallan las conclusiones y recomendaciones en base a la experiencia obtenida en la realización de este trabajo.

Los Anexos A y B proporcionan información, de la evaluación del sistema de gestión del aprendizaje virtual (LMS) y del rendimiento actual de la plataforma virtual respectivamente.

# **CAPITULO 1: TECNOLOGÍA DE ALTA DISPONIBILIDAD**

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

Independientemente de los beneficios por la funcionalidad que un sistema web pueda brindar, los usuarios finales exigen accesibilidad en todo momento, las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

Partiendo de este requerimiento y como solución al mismo nacen las tecnologías de alta disponibilidad, las cuales basadas en la redundancia o duplicidad de la información garantizan al usuario disponibilidad del sistema en todo momento.

El implementar una solución de alta disponibilidad requiere de una inversión inicial, que se revierte en accesibilidad, seguridad y rendimiento del sistema hacia el usuario final.

Actualmente existen tecnologías que garantizan alta disponibilidad, permitiendo cumplir los requerimientos del usuario y brindar un servicio de calidad.

## **1.2 ALTA DISPONIBILIDAD**

El nivel de acceso a un determinado sitio web se representa con mayor frecuencia a través del índice de disponibilidad. El índice de disponibilidad de un sistema informático representa el porcentaje de tiempo que el sistema estuvo disponible durante un año, sin tomar en cuenta la inactividad planificada por mantenimiento o actualización del sistema. En la tabla 1.1 se identifica el índice de disponibilidad, con su respectivo tiempo de inactividad, tomando en cuenta que el sistema tendría un total de 2 días al año de mantenimiento; con esta referencia se identifica la disponibilidad de los sistemas informáticos. <sup>(1)</sup> Cabe recalcar que el tiempo de mantenimiento varía dependiendo del sistema informático y de las normas técnicas establecidas en cada institución o empresa.



Índice de disponibilidad	Tiempo de inactividad al año
99,9999 %	31,36 segundos
99,999 %	5,23 minutos
99,99 %	52,27 minutos
99,9 %	8 horas y 43 minutos
99 %	3 días y 15 horas
98 %	7 días y 6 horas
97 %	10 días y 21 horas

Tabla 1.1 Índices de disponibilidad

Para la explicación del cálculo de los datos presentados en la tabla 1.1, se presenta un ejemplo del primer ítem de la tabla, tomando en cuenta 2 días de manteniendo al año:

- **Tiempo disponibilidad total = Días al año – Días de mantenimiento**

$$\text{Tiempo disponibilidad total} = 365 - 2 = 363$$

- **Tiempo disponibilidad total en segundos = 363 días \* 24 horas \* 60 minutos \* 60 segundos**

$$\text{Tiempo disponibilidad total en segundos} = 31363200$$

- **Tiempo disponibilidad al 99,9999% =  $\frac{\text{Índice de disponibilidad} \cdot \text{Tiempo de disponibilidad total}}{100}$**

$$\text{Tiempo disponibilidad al 99,9999\%} = \frac{99,9999 * 31363200}{100} = 31363168,6368 \text{ segundos}$$

- **Tiempo indisponibilidad = Tiempo de disponibilidad total – Tiempo disponibilidad al 99,9999%**

$$\text{Tiempo indisponibilidad} = 31363200 - 31363168,6368 = 31,363 \text{ segundos}$$

Para considerar que un sistema posee alta disponibilidad, su índice debe ser por lo menos de 99.9 %, es decir podría estar inactivo por 8 horas y 48 minutos en un año.

El objetivo de una solución de alta disponibilidad, es evitar los riesgos de seguridad, pérdida de información e inaccesibilidad en un sistema web.

### **1.2.1 Evaluación de Riesgos**

Un sistema web está sujeto a varias casusas por las cuales podría perder su disponibilidad y prácticamente dejar de funcionar. A continuación se analizan los inconvenientes más comunes y el impacto que ocasiona cada uno de estos en un entorno web. <sup>(1)</sup>

#### **1.2.1.1 Causas Físicas**

Entre los posibles inconvenientes a nivel físico se tienen los siguientes:

- Fallas de red (cableado y dispositivos)
- Daño del equipo o de algún componente esencial del equipo
- Cortes de energía

Si se presentase cualquiera de estos inconvenientes, el sistema automáticamente saldría de servicio y en el peor de los casos el daño podría ser irreversible.

#### **1.2.1.2 Causas Operativas**

Son inconvenientes que se presentan cuando el sistema está en funcionamiento. Entre los inconvenientes más comunes se encuentran:

- Caída del sistema
- Saturación del equipo
- Falla de algún componente de software

Cualquiera de este tipo de inconvenientes ocasionaría, que el servicio web deje de operar por un lapso de tiempo determinado hasta corregir el error o reiniciar el equipo. En un caso crítico se tendría que volver a configurar todo el sistema y la recuperación de la información sería una tarea que conllevaría esfuerzos adicionales.

#### **1.2.1.3 Causas Humanas**

Además de las causas físicas y las causas operativas, existen las causas humanas que son las más comunes, entre este tipo de fallas se puede mencionar las siguientes:

- Errores de configuración (hardware-software)
- Inadecuada distribución del entorno de trabajo (trabajar sin cableado estructurado)
- Daños intencionales

Estos inconvenientes generalmente son más sencillos de corregir a corto plazo, pero convergen hacia el mismo problema: *"indisponibilidad del servicio"*.

Para lograr reducir o presentar una solución de contingencia, se debe configurar un equipo que proporcione *"Tolerancia a Fallos"*.

### 1.2.2 Tolerancia a Fallos

Que un sistema informático o un sistema web proporcione tolerancia a fallos, quiere decir que el sistema está en capacidad de soportar y enfrentar los diferentes tipos de riesgos a los que está expuesto al ofrecer un determinado servicio.

Algunas de las causas que provocan la pérdida o reducción de la disponibilidad de un sistema web, pueden ser solucionadas aplicando normalización y estandarización a los procesos de diseño tecnológico. Por ejemplo el diseño de un sistema de cableado estructurado, evita que las personas dañen o desconecten los cables de red; sin embargo no todas estas causas pueden ser evitadas, existen inconvenientes que los administradores no pueden prever, como el daño de una tarjeta de red o el daño de un componente del equipo (RAM).

Para protegerse de este tipo de inconvenientes se desarrollan sistemas con diferentes niveles de redundancia.

La redundancia no es más que la réplica de algún componente de hardware o software que permite suplir los daños causados en un equipo determinado, en este tipo de sistemas se basa el criterio de **Alta Disponibilidad**.

### 1.2.3 Aplicaciones

Actualmente existen varias aplicaciones web que emplean mecanismos de alta disponibilidad, entre las más comunes se puede mencionar las siguientes:

- Sistemas Contables
- Sistemas Bancarios
- Sistemas Educativos
- Sistemas de Correo
- Sistemas de Búsqueda

Es decir, su uso se extiende a todo tipo de aplicaciones donde la información es un punto crítico y la disponibilidad proporciona el éxito del negocio.

### 1.3 ARQUITECTURA WEB DE ALTA DISPONIBILIDAD

Una arquitectura de alta disponibilidad conlleva un diseño tanto a nivel de hardware como a nivel de software.

Para poder entender el funcionamiento de una arquitectura de alta disponibilidad, es necesario identificar el concepto de *Cluster*.

#### 1.3.1 Cluster

Un *Cluster* es un conjunto de máquinas independientes (**nodos**), que realizan trabajos de manera conjunta por medio de una arquitectura distribuida, apareciendo como un único servicio ante otras aplicaciones o clientes finales. <sup>(2)</sup>

Uno de los objetivos principales de un *Cluster* es aumentar la capacidad de procesamiento y proporcionar redundancia tanto en software como en hardware.

Básicamente existen cuatro tipos o clases de *Clusters*, diferenciadas de acuerdo al servicio que proporcionan, como son: <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>

- Alto rendimiento (*High Performance*)
- Alta disponibilidad (*HighAvailability*)
- Balanceo de Carga (*Load Balancing*)
- Alta Confiabilidad (*HighReliability*)

Resulta muy conveniente usar una arquitectura tipo *Cluster* para diseñar una solución de alta disponibilidad de un sistema web.

### 1.3.2 Elementos del Clúster

El objetivo de desarrollo de este proyecto es proporcionar una solución de alta disponibilidad, por lo que se utilizará un *Cluster de tipo HighAvailability*. Los elementos que conforman el diseño y la arquitectura del sistema para un *Cluster* de alta disponibilidad son: <sup>(3)</sup>

- Hardware
- Sistema operativo
- Sistemas de Monitorización
- Sistemas de Sincronización
- Bases de Datos
- Compartición de datos en aplicaciones paralelas

A continuación se especifica cada uno de los elementos de manera detallada y las opciones que pueden ser utilizadas.

#### 1.3.2.1 Hardware

Los elementos de hardware que se utilizan para brindar una solución de alta disponibilidad son:

- Servidores
- Discos Duros
- Tarjetas de Red
- Fuentes de energía

Estos elementos se enfocan en proveer redundancia en caso de que se presenten fallas operacionales en el sistema. Los discos duros también son usados como unidades de almacenamiento de información compartida, para todos los nodos del que conforman el *Cluster*.

#### 1.3.2.2 Sistema Operativo

El sistema operativo es un componente esencial para la configuración de este tipo de arquitectura, es el encargado de administrar los recursos compartidos, el

software de monitoreo y la administración del servidor web; su configuración adecuada permitirá la implementación correcta de todo el sistema.

Básicamente cualquier sistema operativo diseñado para servidor web puede soportar el manejo de *Clusters*.

### 1.3.2.3 Sistemas de Monitorización

La monitorización es el elemento principal para una configuración de alta disponibilidad, a través de este sistema se verifica la operatividad del servicio; su funcionamiento es el siguiente:

El equipo principal es sondeado periódicamente por un proceso, si se detecta algún fallo en la conexión o en el servicio, este proceso toma la decisión de colocar de manera automática y transparente al usuario otro equipo en su reemplazo. Para que este proceso funcione adecuadamente se necesita tener la misma información en ambos equipos (redundancia de datos); caso contrario el momento de realizar la sustitución del equipo principal el usuario encontraría inconsistencias en la información generada.

Los mecanismos más comúnmente utilizados para realizar el monitoreo de un sistema son: *HeartBeat*, *Piranha* y *Fake*.

***HeartBeat***- Es un programa encargado de enviar latidos o señales desde el servidor *backup* al servidor principal con el objetivo de verificar su funcionamiento; dependiendo de la respuesta que el servidor principal proporcione, *HeartBeat* decidirá si es conveniente reemplazar el servicio iniciando el servidor *backup*; en caso de hacerlo, *HeartBeat* también se encarga de devolver el servicio al nodo principal, si éste fue restablecido y se encuentra estable.

El factor crítico dentro de la implementación de *Heartbeat* es la monitorización, si el servidor *backup* llega a determinar la caída del servidor primario erróneamente puede suceder duplicación de servicio; esto se soluciona mediante dos mecanismos:<sup>(4)</sup>

- Encriptación en el enlace de *HeartBeat* para evitar ataques que puedan provocar esta confusión.

- Utilización de un canal dedicado para el enlace de *HeartBeat*.

**Piranha.-** Es un paquete propiedad de Red Hat que además de brindar monitorización, ofrece balanceo de carga. Este paquete ofrece el mismo servicio que *Heartbeat* mediante dos componentes: <sup>(5)</sup>

- **nanny.-** encargado de realizar el proceso de monitorización entre ambos nodos, para reemplazar el equipo primario.
- **pulse.-** encargado de devolver el servicio al servidor primario si este se ha restablecido.

**Fake.-** Mecanismo de suplantación de identidad que se activa el momento que el servidor principal ha caído, tomando su dirección IP para proporcionar disponibilidad del sistema. <sup>(6)</sup>

#### 1.3.2.4 Sistemas de Sincronización

El proceso de sincronización de la información entre los distintos nodos del *Cluster* es esencial para realizar el proceso de suplantación de identidad, el contenido del servidor que asume el papel de *backup* debe estar en las mismas condiciones del servidor al que va a relevar (principal); con el fin de garantizar la integridad de la información.

Entre los sistemas de sincronización más utilizados se tiene: *rsync* y *unison*.

**Rsync.-** Es un programa que permite sincronizar archivos y directorios entre sistemas de tipo UNIX, utilizando mecanismos de compresión de datos para agilizar el proceso, además *rsync* utiliza un algoritmo que permite sincronizar **solo** archivos que fueron modificados o que cambiaron, basándose en la fecha de última modificación de cada archivo. <sup>(7)</sup>

La sincronización mediante *rsync* puede ser local o remota, utilizando *ssh* para su conexión.

**Unison.-** Es un programa que nos permite sincronizar archivos y carpetas tanto localmente como entre diferentes equipos de manera remota. Hay disponibles versiones para diversos SO (LINUX, Windows, OSX, etc). <sup>(8)</sup>

### 1.3.2.5 Base de datos

Las bases de datos son el núcleo de todo sistema informático; en ellas se encuentra almacenada toda la información que necesita el sistema web para poder operar. Una base de datos bien diseñada y estructurada, proporciona varios beneficios para todo el sistema, entre los más comunes se puede mencionar los siguientes: <sup>(9)</sup>

- Accesibilidad a la Información
- Compartición de datos
- Integridad y consistencia de datos
- Rapidez transaccional
- Seguridad de la Información

Por estas razones es fundamental configurar una solución que brinde alta disponibilidad de esta información, proporcionando de esta manera mayor eficiencia y seguridad a los usuarios finales.

Para realizar una configuración de alta disponibilidad a nivel de base de datos, lo primero que se debe tomar en cuenta es el motor de base de datos a utilizar. Los gestores de base de datos más usados para este tipo de configuración son:

- MYSQL
- ORACLE
- Microsoft SQL Server

Todos estos tipos de motores de base de datos permiten una configuración tipo *Cluster* para conseguir alta disponibilidad del servicio, una configuración tipo *Cluster* necesita mayores requerimientos de hardware y software para incrementar el rendimiento y seguridad de todo el sistema.

A nivel de hardware los requerimientos varían de acuerdo al tipo de aplicación para el cual está dedicada la configuración, por ejemplo un sistema bancario



necesitará mayores requerimientos en capacidad y velocidad de acceso que un sistema bibliotecario. Por lo general los requerimientos mínimos<sup>1</sup> son:

- **Equipos:** Dos servidores con doble procesador cada uno.
- **RAM:** Mínimo 1 GB de memoria por cada equipo.
- **Dispositivos de red:** Dos tarjetas de red Gigabit Ethernet.
- **Red:** Un canal dual para la interconexión de monitoreo y sincronización de equipos.
- **Almacenamiento:** Discos Duros de tipo SCSI con mínimo 220 GB.

A nivel de software, dependiendo del motor de base seleccionado se tiene un software específico que es utilizado para proporcionar alta disponibilidad, en la tabla 1.2 se indica el software que se debería usar de acuerdo al motor de base de datos utilizado.




Base de datos	Software de alta disponibilidad
MYSQL 	MYSQL Cluster
ORACLE 	ORACLE RAC (Real Application Cluster)
SQL 	SQL Server Clustering

Tabla 1.2 Software de alta disponibilidad para bases de datos

Uno de los requisitos más importantes para poder configurar una solución de alta disponibilidad es disponer de un sistema compartido para el almacenamiento de la información. Se tiene dos opciones para cumplir con este requerimiento funcional, la primera opción es mediante una red dedicada a la compartición de información, lo que se conoce como una SAN (Storage Area Network) y la segunda es mediante la compartición de archivos.

Al usar archivos compartidos, en realidad se comparte un directorio donde se ha montado una partición física, a diferencia de una SAN donde se comparte físicamente una partición del disco.

<sup>1</sup> Referencia tomada de: [http://www.oracle.com/technology/pub/articles/smiley\\_rac10gr1\\_install.html](http://www.oracle.com/technology/pub/articles/smiley_rac10gr1_install.html)

### 1.3.2.6 Sistemas de Archivos frente a redes de almacenamiento

Antes de ver los detalles de cada alternativa de almacenamiento compartido, es necesario aclarar que no cualquier tipo de particionamiento de disco es conveniente para realizar uso compartido, por ejemplo en la tabla 1.3 se especifica el sistema de archivos en el que debería estar particionado el disco duro para la instalación de ORACLE RAC. <sup>(10)</sup>

Formato de disco	Soporte de Sistema Operativo	Tipo de aplicaciones
Raw	Todos	Bases de datos, CRS
ASM	Todos	Bases de datos, recuperación de información
CFS	AIX, HP Tru64 UNIX, SPARC Solaris	Todo tipo
LVM	HP-UX, HP Tru64 UNIX, SPARC Solaris	Todo tipo
OCFS	Windows, Linux	Bases de datos, CRS y recuperación de información
NFS	Linux, SPARC Solaris	Todo tipo

Tabla 1.3 Formato de particiones par Oracle RAC

Con este antecedente podemos describir el funcionamiento de cada tipo de sistema.

#### Red de Almacenamiento (SAN)

SAN es una red dedicada al almacenamiento de datos, en esta red se ubica los discos compartidos que se utilizarán para el acceso concurrente de todos los nodos del *Cluster*. Los elementos principales que conforman este tipo de red (Figura 1.1) son:

- Canal de fibra o SCSI de alta velocidad
- Un equipo de interconexión dedicado (conmutadores, puentes, etc.)
- Elementos de almacenamiento de red (discos duros)

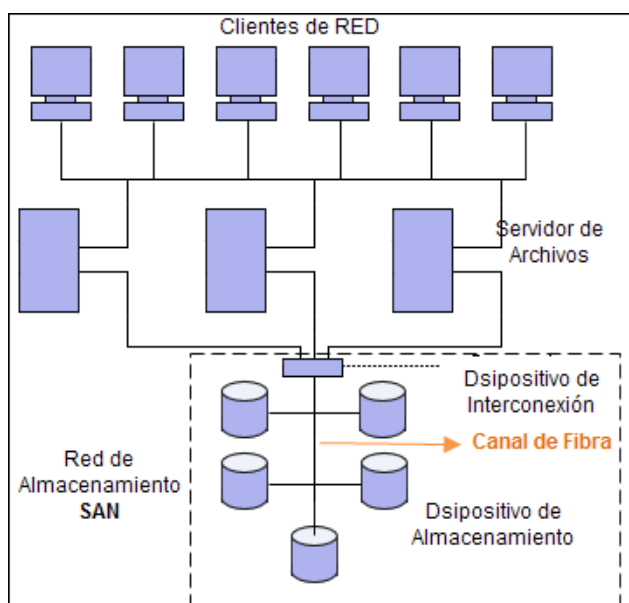


Figura 1.1 Elementos de una SAN<sup>2</sup>

### Almacenamiento Compartido por archivos

Compartir un sistema de archivos significa compartir un directorio que ya ha sido montado. Los sistemas más usados en LINUX para compartir archivos son NFS, Samba y GFS

**Samba.-** Permite compartir un directorio a usuarios determinados y con permisos específicos, pero su uso está más enfocado en la compartición de archivos entre LINUX y WINDOWS.

**NFS.-** Permite compartir archivos, proporciona control de acceso sobre el sistema de archivo montado y permite que varios nodos puedan acceder concurrentemente sin ningún tipo de problema.

**GFS o GlusterFS.-** Este tipo de formato a más de permitir exportar un sistema de archivos como lo hace NFS, incorpora mejoras como: almacenamiento distribuido, replicación de archivos, alto rendimiento y escalabilidad.

GFS es el más usado actualmente por sus ventajas de acceso concurrente y escalabilidad; lo que permite asegurar consistencia de la información y posibilidad de incrementar su capacidad.

<sup>2</sup> Referencia tomada de: <http://es.kioskea.net/contents/surete-fonctionnement/san.php3>

## 1.4 SEGURIDAD WEB

El protocolo sobre el cual funcionan los sistemas web se denomina HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), todas las transacciones que se realizan mediante un sitio web son procesadas a nivel de capa aplicación<sup>3</sup> por este protocolo no seguro. <sup>(11)</sup>

Al no implementar seguridad, fácilmente se podría suplantar la identidad de la página web o sustraer información confidencial, mediante un ataque de “escucha” conocido como “hombre en el medio”.

Para evitar estos inconvenientes en la transferencia de la información se creó el protocolo HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure).

HTTPS es un protocolo de capa aplicación figura 1.2 (dentro del modelo TCP/IP) cuya información se encuentra en el RFC<sup>4</sup> 2818 y cuyo puerto por defecto es el 443; en sí es una implementación de HTTP que brinda seguridad en la transferencia de datos durante una conexión, dentro de una red insegura como lo es la Internet o redes de acceso público.

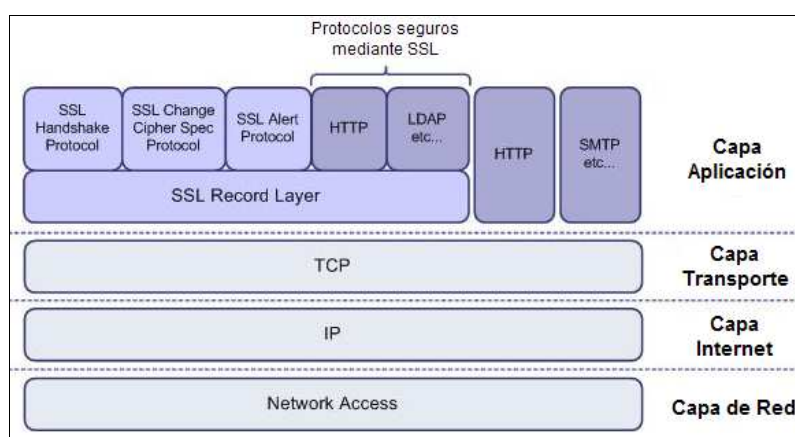


Figura 1.2 HTTPS en el modelo TCP/IP

HTTPS requiere el empleo de cifrado y manejo de certificados apropiados para brindar seguridad a la conexión. Los protocolos que implican esta conexión son: HTTPS, SSL/TLS e IP.

<sup>3</sup> Capa siete del modelo OSI

<sup>4</sup> RFC: Request for Comments “Petición de Comentarios” sobre el manejo de Internet

El protocolo HTTPS es manejado por los navegadores web actuales. Este protocolo es muy empelado en portales de instituciones bancarias, comercio electrónico y cualquier sistema que maneja información sensible de sus clientes.

### **Funcionamiento de HTTPS**

Cuando un usuario se conecta a un servidor con implementación HTTPS, obtiene un certificado digital, el cual debe ser generado por una autoridad de certificación válida, de no ser así el navegador generara un mensaje de alerta indicado al usuario la posibilidad de un ataque y sugerirá al usuario abortar la conexión al servidor.

En la conexión se realiza cifrado de datos, para esto HTTPS emplea los protocolos SSL/TLS<sup>5</sup>, para crear un canal el cual variara su cifrado según la negociación que realice el servidor, con el navegador del cliente.

Para el manejo del certificado se requiere dos claves una pública y una privada. La clave pública es distribuida a los clientes, a fin de que estos logren descifrar la información recibida. La clave privada es utilizada por el servidor para encriptar la información y debe ser mantenida en secreto.

El empleo del protocolo SSL<sup>6</sup> bajo HTTPS implementa a la conexión autenticación y privacidad mediante el cifrado de datos intercambiados entre el servidor y el cliente

- Autenticación ya que al configurar un certificado digital en el servidor, se asegura a los clientes la autenticidad del mismo, y
- Privacidad ya que al emplear criptografía dentro de la comunicación se está protegiendo los datos intercambiados entre los equipos conectados.

El proceso de autenticación y encriptación se ilustran en la figura 1.3, con las siguientes fases: <sup>(12)</sup>

- **Fase de Inicio “Hola”**.- Define el conjunto de algoritmos para mantener privacidad y para ejecutar la autenticación.

---

<sup>5</sup> TLS – Transport Layer Security - Seguridad de la Capa de Transporte

<sup>6</sup> SSL - Secure Socket Layer - Capa de Conexión Segura - Protocolo que permite autenticación mediante el cifrado de datos

- **Fase de intercambio de claves.-** Produce el intercambio de información sobre las claves públicas.
- **Fase de producción de clave de sesión.-** Genera una clave que se usa para cifrar los datos intercambiados.
- **Fase de verificación del servidor.-** Útil para que el cliente autentique al servidor, se realiza sólo cuando se usa RSA <sup>7</sup> como algoritmo de intercambio de claves.
- **Fase de autenticación del cliente.-** El servidor solicita al cliente un certificado X.509<sup>8</sup>, sólo si es necesario autenticar al cliente.
- **Fase de fin.-** Indica que se puede comenzar la sesión de transferencia de información segura.



Figura 1.3 Proceso de autenticación y encriptación mediante SSL.

La implementación de SSL en la conexión implica un aumento en la carga de procesamiento de la información debido al cifrado de datos y establecimiento de

<sup>7</sup> RSA - Sistema criptográfico de clave pública utilizado tanto para cifrar como para firmar digitalmente.

<sup>8</sup> X.509 - Estándar de criptografía para infraestructuras de claves públicas.

la comunicación, lo que ocasiona un decremento en la velocidad de transmisión y mayor empleo de recursos de procesamiento de datos.

Debido a este inconveniente se recomienda realizar un análisis de la información a proteger para limitar la cantidad de elementos a ser cifrados como: usuarios y contraseñas, información personal o confidencial. Otro tipo de información como gráficos y animaciones no se recomienda cifrar debido al gran tamaño de estos archivos.

Una incorrecta implementación de los certificados y/o el incorrecto manejo de la llave privada pueden ocasionar graves fallas de seguridad de la información y decremento de la velocidad, aumentando la vulnerabilidad del sitio web, por lo que se recomienda manejar con mucha precaución esta configuración.

## **CAPITULO 2: ANÁLISIS Y CONFIGURACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA.**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

La educación constante es sin duda uno de los factores que marcan la diferencia entre el éxito y el fracaso de una institución; invertir en un proyecto de educación y preparación de los integrantes de una empresa garantiza el cumplimiento de metas de una manera eficiente.

La metodología de educación virtual fundamentada en el empleo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) se adapta de mejor forma a la disponibilidad de tiempo y necesidades de los miembros de una empresa.

La globalización de la información y de el avance de la tecnología, permiten que en un mismo curso virtual se pueda tener participantes de diferentes lugares del mundo, con las mismos requerimientos de aprendizaje. La educación virtual ahorra una gran cantidad de recursos; al evitar que los participantes se desplacen hacia diferentes países, basta con disponer de una conexión a Internet para ingresar al mundo de la virtualidad.

### **2.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLATAFORMA VIRTUAL DEL SRI.**

El Servicio de Rentas Internas (SRI) convencido de las ventajas que brinda el e-learning y debido a la complejidad de su estructura organizacional distribuida en varias provincias del país, ha optado por implementar la modalidad de capacitación virtual, garantizando una capacitación continua, homogénea y de calidad para todos los funcionarios de la Institución; permitiendo además un ahorro significativo de recursos para el estado.

Actualmente existen en el mercado varios sistemas de administración de aprendizaje (LMS) que permiten gestionar los recursos, actividades y materiales



en un aula virtual, todos ellos enmarcados básicamente bajo dos tipos de licencias: Open Source o Propietarios; se debe realizar un análisis minucioso antes de seleccionar el LMS apropiado de acuerdo a la naturaleza de la Institución y sus requerimientos de capacitación.

Dada la alta complejidad de la implementación de una solución que se ajuste completamente a los lineamientos institucionales así como la necesidad de capacitación, se implementó una plataforma virtual que cumple parcialmente con estos parámetros.

En base a estos antecedentes es necesario realizar un estudio minucioso de la situación actual de la plataforma y plantear una solución concreta al proyecto de educación virtual que permita el cumplimiento de los estándares y políticas institucionales; logrando así su aceptación y paso a producción.

A continuación se realiza un estudio de cada área involucrada en el proyecto implementado, como son:

- Área de Software,
- Área de Hardware,
- Área de Conectividad (Configuración de Red) y
- Área de Usuario

Así como un análisis de los requerimientos institucionales y los problemas detectados en la configuración. En base a este estudio se identificarán los problemas actuales y en base a ellos se diseñará una solución específica que satisfaga a la Institución.

### **2.2.1 Área de Software**

La plataforma virtual está configurada e implementada, por distintas capas a nivel de software, como se muestra en el siguiente esquema:

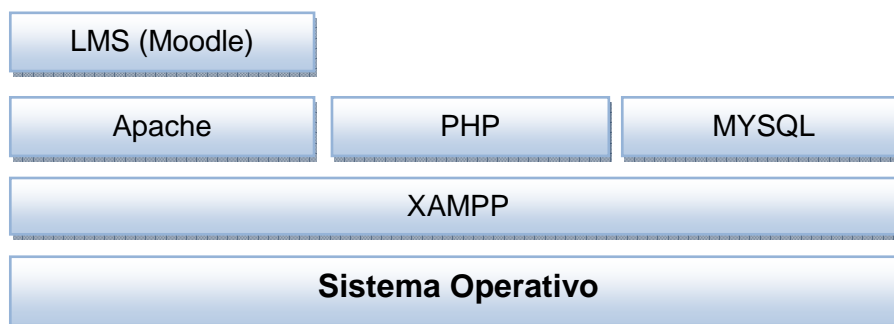


Figura 2.1 Diseño de Software

Como se observa en la Figura 2.1 la capa base es el Sistema Operativo, donde se encuentra instalado el paquete XAMPP que incluye Apache, PHP y MYSQL. Moodle es un LMS que está embebido en Apache y por medio del Intérprete de páginas web PHP se conecta a la base de datos de MYSQL.

Las versiones de software que conforman la plataforma de educación virtual son las siguientes:

- **Capa 1 - Sistema Operativo:** Linux Red Hat (RHEL4) x86\_64
- **Capa 2 - XAMPP:** Versión 1.6.4 que incluye servidor web Apache 2.0, PHP 5.1.6 como lenguaje de programación intérprete de páginas web y MYSQL 5.0.22 como gestor de base de datos para los aplicativos web.
- **Capa 3 - LMS:** Moodle versión 1.9.2

Con estos antecedentes se realizará un análisis más detallado de cada una de las capas mencionadas:

### 2.2.1.1 Sistema Operativo.

El sistema operativo es el software base encargado de administrar los recursos del computador, a nivel de hardware, software y a nivel de red; garantizando un funcionamiento eficiente y eficaz de todos los recursos. Además el Sistema Operativo se encarga de la comunicación entre los procesos internos y los periféricos de entrada y salida hacia el usuario final y viceversa.

El Sistema Operativo Linux- Red Hat posee varias características que lo hacen apropiado para trabajar como un servidor web, entre las características más importantes están las siguientes: <sup>(13)</sup>

- Es multitarea, multiusuario, multiplataforma y multiprocesador.
- Alto nivel de seguridad preconfigurado.
- Eficiente uso de la memoria para evitar caídas del sistema.
- Compartición de memoria entre programas, lo que aumenta la velocidad y disminuye su uso.
- Uso de memoria virtual para agilizar el procesamiento.
- Utiliza toda la memoria de manera dinámica, la memoria libre se asigna a la memoria cache.
- Permite usar bibliotecas enlazadas tanto estática como dinámicamente.
- Uso de hasta 64 consolas virtuales.
- Tiene un sistema de archivos avanzado, aunque también se adapta a otros sistemas.
- Soporta distintos protocolos de red como TCP/IP, UDP, ICMP y otros

Como se puede apreciar Red Hat posee varias ventajas; sin embargo una desventaja es que se necesita de personal técnico capacitado para realizar una configuración adecuada; no obstante el uso de este sistema operativo para un proyecto a largo plazo justifica la inversión realizada.

#### 2.2.1.2 XAMPP

Es un conjunto de subsistemas que permiten la configuración de un servidor web de manera sencilla, en sí, es un paquete de programas que permiten la administración de páginas web y que se instalan de manera conjunta para garantizar compatibilidad y comunicación entre sí. <sup>(14)</sup>

Los subsistemas que incluye XAMPP son los siguientes:

- **Apache.**- Servidor web.
- **PHP.**- Lenguaje de programación intérprete para las páginas web.
- **MYSQL.**- Gestor de bases de datos.

Existen varias ventajas de usar XAMPP como una solución para un servidor web, entre las principales ventajas se tiene:

- Adaptabilidad en cuanto a hardware, puesto que los requisitos de funcionamiento son mínimos.
- Garantiza la correcta comunicación entre sus elementos, proporcionando así estabilidad.
- Portabilidad debido a su sencillo código.
- Actualizaciones (parches) continuos para garantizar niveles de seguridad y mejoras en el funcionamiento.
- Actualizaciones vía Internet.
- Posibilidad de cambiar el código fuente para aumentar funcionalidades (Open Source).

XAMPP es una excelente opción que permite instalar los elementos necesarios a nivel de software para un servidor web.

Para ofrecer una solución adecuada es indispensable analizar las características de los subsistemas de este paquete, como se describe a continuación:

#### 2.2.1.2.1 Apache 2.0



Es un servidor web de código abierto, que trabaja bajo el protocolo HTTP; entre las características más importantes de esta versión se tiene las siguientes:

- Modular
- Open Source
- Multiplataforma
- Extensible
- Configurable
- Gran cantidad de implementaciones

Estas características hacen que Apache sea uno de servidores web más usados actualmente; incluso la capa frontal (*Front End*) del motor de búsquedas de Google está basada en una versión modificada de Apache. <sup>(15)</sup>

Para la configuración de la plataforma virtual se han realizado algunos cambios en el archivo `httpd.conf` del Apache:

- Habilitar la opción de escucha por el puerto 80:

*Listen 80*

- Colocar el nombre del servidor por medio del cual los clientes accederán al servicio:

*ServerName: cef.sri.gov.ec:80*

- Habilitar el acceso al directorio de Apache para los clientes:

*<Directory "/wamp/www"*

*Options Indexes MultiViews*

*AllowOverride None*

*Order allow,deny*

*Allow from all*

*</Directory>*

#### 2.2.1.2.2 PHP 5.1.6



web.

Es un intérprete de lenguaje de programación por medio del cual un navegador web puede interpretar y entender el código de las páginas

La versión 5 de PHP incluye las siguientes ventajas y características:

- Mejor soporte para la Programación Orientada a Objetos.
- Mejor rendimiento.
- Mejor soporte para MySQL con extensión completamente reescrita.
- Mejor soporte a XML.
- Soporte integrado para SOAP.
- Iteradores de datos.
- Manejo de excepciones.
- Mejoras con la implementación con ORACLE. <sup>(16)</sup>

Para que sea posible la instalación del LMS Moodle, se ha realizado algunas configuraciones en PHP mediante el archivo de configuración php.ini

- Aumentar el límite de memoria que un script puede reservar a 8MB: *memory\_limit = 8M*
- Cantidad máxima de datos enviados a través de un método post, mínimo 8MB: *post\_max\_size = 8M*
- Cantidad máxima que puede tener un archivo que va a ser cargado en la plataforma virtual: *upload\_max\_filesize = 2M*
- Habilitar las siguientes extensiones de PHP que permitirán conectarse a la base de datos y a la interfaz de Moodle: *php\_ctype, php\_curl, php\_dba, php\_iconv, php\_gd2, php\_mbstring, php\_mysql, php\_mysqli, php\_openssl, php\_pdo, php\_tokenizer, php\_sqlite, php\_xmlrpc*

#### 2.2.1.2.3 MYSQL 5.0.2



Es un gestor de bases de datos relacional, multihilo y multiusuario, es decir cada usuario puede ejecutar varias tareas a la vez y al mismo tiempo.

Entre las características más importantes de MYSQL se tiene las siguientes:

- Open Source.
- Licenciamiento dual: GNU GPL y Comercial para proyectos privados.
- Portabilidad.
- Multiusuario.
- Multiplataforma.
- Comunicación con cualquier lenguaje de programación que soporte ODBC (estándar de acceso a las BDD).
- Lectura y procesamiento rápido.
- Uso de triggers y procedimientos almacenados que garantizan integridad de la información partir de la versión 5.0.2 y en la versión 5.0.6 se mejoró el manejo de procedimientos almacenados.
- Seguridad de acceso a la información. <sup>(17)</sup>

En base a las características citadas MYSQL ofrece una buena solución en cuanto a gestor de bases de datos para una aplicación web. Sin embargo como se observa en la Tabla 2.1, en el manejo de alta disponibilidad, Oracle presenta ciertas ventajas.

Categoría	MYSQL	Oracle
<b>Alta Disponibilidad</b>		
Incremental Backup	No	Si
FlashBack Table	No	Si
Recovery Fail Transaction	No	Si
<b>Funcionalidad</b>		
Réplica	Si	Si
Cluster	Si	Si
Particionamiento de Tablas	Si	Si
Automatic Storage Mangement	Si	Si

Tabla 2.1 Comparación entre MYSQL y ORACLE<sup>9</sup>

- **Incremental Backup.** - Realiza copias de seguridad sólo con los ficheros que se hayan modificado desde la última copia e incrementa su tamaño de manera dinámica. Mediante esta característica se logra tener redundancia de la información de manera más eficiente.
- **FlashBack Table.**- Retorna los datos de una tabla al estado en que estaba en un tiempo anterior, lo que posibilita recuperar la información en caso de pérdida o fallos de conexión.
- **Recovery Fail Transaction.**- Esta opción funciona de la misma forma que FlashBack Table, solo que lo hace a nivel de transacción, no solo a nivel de tabla; lo que en ocasiones resulta muy útil.

### 2.2.1.3 LMS (Learning Management System)



Es el sistema encargado de la gestión y administración de los contenidos y recursos utilizados para la creación de aulas virtuales. En otras palabras un LMS es una plataforma web donde se alojan los distintos módulos y actividades que facilitarán el proceso de enseñanza-aprendizaje vía web.

Moodle es uno de los LMS más usados hoy en día, sin embargo es necesario realizar un análisis previo que permita garantizar si la elección realizada fue o no la correcta.

<sup>9</sup> Información tomada de <http://www.mysql-hispano.org/articulos/num43/analisis-comparativo.pdf>

Moodle está orientado a una educación social constructivista, donde la interacción entre los participantes es la base para la generación de conocimiento; es por esta razón que Moodle ha desarrollado una gran cantidad de recursos y módulos que permiten tanto al tutor como al alumno interactuar en el proceso de aprendizaje virtual de una manera fácil y sencilla. <sup>(18)</sup>

Una de las características más importantes de Moodle, es su facilidad de personalización, cada tutor de un curso determinado puede crear y modificar los contenidos de acuerdo a la temática a tratar y su gusto personal; incluso cada usuario puede seleccionar el idioma del entorno de la plataforma.

Las principales características que hacen de Moodle un sistema e-learning de gran fortaleza son las siguientes:

- Open Source.
- Escalabilidad.
- Adaptabilidad.
- Flexibilidad didáctica.
- Estabilidad.
- Seguridad.
- Personalización.
- Fácil Administración de usuario y contenidos.
- Compatible con estándares web (SCORM).
- Gran comunidad de usuarios (foros) donde se puede encontrar ayuda a problemas puntuales.
- Disponibilidad de manuales.
- Actualizaciones disponibles vía web.
- Soporta información de contenidos en varios formatos (html, flash, java scripts, php, etc.).
- Enlace con Servidor SMTP para envío de correos.
- Enlace con servidor de Directorios LDAP para la autenticación de usuarios.
- Ofrece varios tipos de autenticación (mail, cuentas manuales y LDAP).
- Interfaz amigable al usuario <sup>(19)</sup>



El SRI tiene configurada la versión 1.9.2 de Moodle como plataforma de educación virtual; su configuración es la que se instala por defecto; es decir no se ha realizado ninguna configuración de seguridad, de autenticación ni de servicio de mensajes. Es necesario configurar estas opciones a nivel de administración de Moodle para garantizar su óptimo desempeño, en el caso de elegir esta opción como la más adecuada a nivel de LMS.

En la figura 2.2 se puede observar el entorno de instalación de la plataforma de educación virtual.

Entorno			
Compruebe si su servidor se ajusta a los requerimientos de instalación actuales y futuros.			
Versión de Moodle <input type="text" value="1.9.2 (Build: 20090325)"/>			
Comprobaciones del Servidor			
Nombre	Información	Informe	Estado
moodle		versión 1.0 es obligatoria y está ejecutando 1.9.4	OK
unicode		es obligatorio que esté instalado/activado	OK
database	oracle	versión 9.0 es obligatoria y está ejecutando 10.2.0.3.0	OK
php		versión 4.3.0 es obligatoria y está ejecutando 5.2.5	OK
php_extension	iconv	es recomendable que esté instalado/activado	OK
php_extension	mbstring	es recomendable que esté instalado/activado	OK
php_extension	curl	es recomendable que esté instalado/activado	OK
php_extension	openssl	es recomendable que esté instalado/activado	OK
php_extension	tokenizer	es recomendable que esté instalado/activado	OK
php_extension	xmlrpc	es recomendable que esté instalado/activado	OK
php_extension	ctype	es recomendable que esté instalado/activado	OK

Figura 2.2 Entorno de Moodle versión 1.9.2

### 2.2.2 Área de Hardware.

Actualmente la plataforma virtual del SRI esta implementada sobre un servidor que ofrece las siguientes características a nivel de hardware:

- Disco Duro: 320 GB
- Procesador: Intel Dual Core 2.8 GHz
- Memoria RAM: 2 GB

- Dispositivos de Red: Tarjeta de red Gigabit Ethernet

Teniendo en cuenta que el LMS para plataforma de educación virtual es Moodle, las características más importantes a tomar en cuenta a nivel de hardware son:

- Capacidad de disco duro.
- Memoria RAM.

En el **disco duro** se almacenan todos los recursos necesarios que se utilizan en la implementación de un curso; tales como tareas, actividades e intervenciones que realiza cada participante.

Tomando en cuenta estos detalles se debe establecer una relación entre la cantidad de usuarios aproximada que ingresaran al campus virtual, el número de cursos virtuales a implementar y el tipo de recursos a utilizar (pdf, ppt, swf, mpeg, html, java, etc.) para poder estimar un tamaño aproximado por curso.

En cuanto a la **memoria RAM** está directamente relacionada con el número de usuarios concurrentes que accederán a la plataforma virtual.

De acuerdo a la página oficial de Moodle<sup>10</sup> y en base a configuraciones realizadas, por cada 50 usuarios concurrentes se necesita 1GB de Memoria RAM, lo que significa que, para cada usuario concurrente se necesita 20MB de capacidad de memoria RAM aproximadamente; mediante esta regla se puede estimar la cantidad de RAM a utilizar para el dimensionamiento del servidor de e-learning. Sin embargo se debe tomar en cuenta que el número de usuarios concurrentes, también depende de las características de hardware del servidor, del ancho de banda asignado y de la actividad que los usuarios estén realizando.

En la figura 2.3 se presenta de manera gráfica la relación entre usuarios concurrentes y la memoria RAM que se recomienda utilizar:

---

<sup>10</sup> Hardware recomendado: [http://docs.moodle.org/en/Installing\\_Moodle#Hardware](http://docs.moodle.org/en/Installing_Moodle#Hardware) y capacidad de usuarios recomendada [http://docs.moodle.org/en/User\\_site\\_capacities](http://docs.moodle.org/en/User_site_capacities)

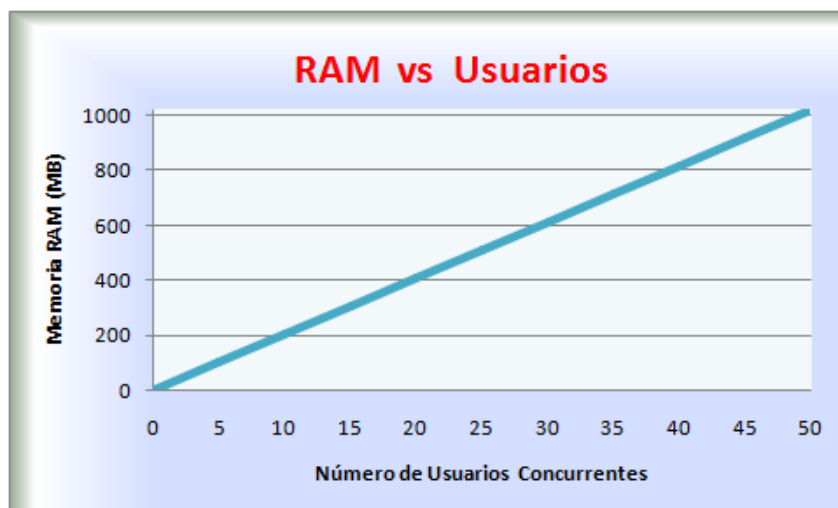


Figura 2.3 RAM vs Usuarios

### 2.2.3 Configuración de Red Utilizada

La configuración de red que utiliza el SRI, se basa en la implementación de dos firewalls<sup>11</sup> que delimitan a la DMZ (Zona desmilitarizada); en esta zona puede existir comunicación desde la red interna (Intranet) y la red externa (Internet), la función principal de esta configuración es impedir que una petición realizada desde la Internet pueda llegar hasta la Intranet, proporcionando de esta manera servicio a los clientes de la red externa e interna y a la vez proteger la información institucional.

El Firewall Externo se encarga de filtrar y chequear la información desde la Internet y dirigir estas las peticiones al servidor web; mientras que el Firewall Interno evita que las peticiones enviadas desde la Internet logren ingresar a la Intranet y protege al servidor de posibles amenazas.

En la figura 2.4 se puede apreciar la configuración actual.

---

<sup>11</sup> Firewall- Elemento de hardware o software utilizado para proteger y filtrar la información, con el objetivo de aumentar la seguridad de redes informáticas.

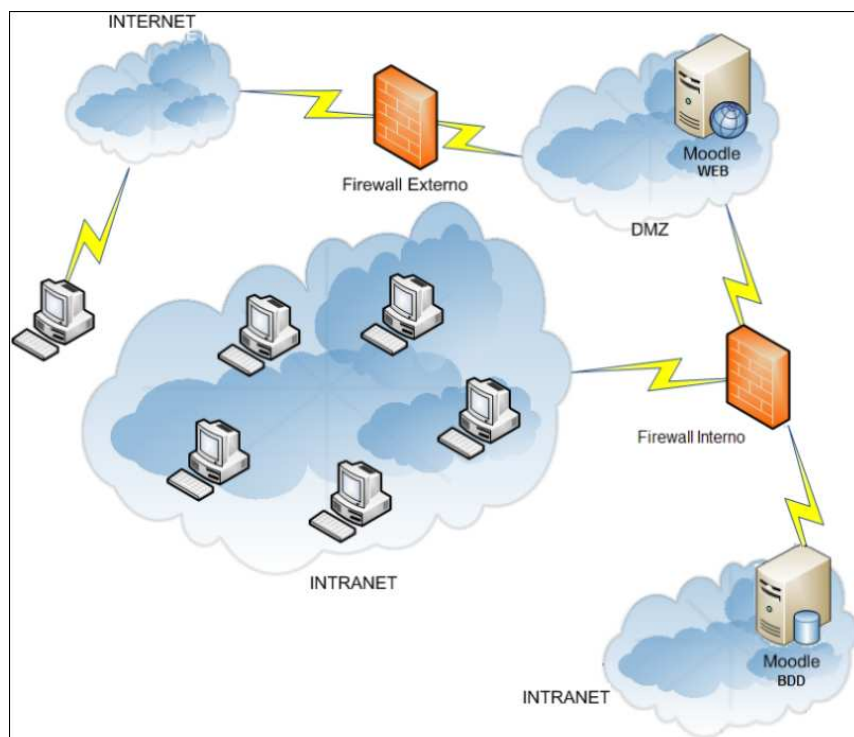


Figura 2.4 Diagrama de red del Servidor de educación virtual (Moodle)

Por otro lado la asignación de ancho de banda se la realiza tomando en cuenta que el SRI dispone de 2650 funcionarios aproximadamente distribuidos en 9 regionales de acuerdo a la tabla 2.2.

DIRECCIÓN	NÚMERO DE USUARIOS
Dirección Nacional (Quito)	405
Dirección Regional Norte (Quito)	836
Dirección Regional Austro (Cuenca)	173
Dirección Regional Centro1 (Ambato)	170
Dirección Regional Centro2 (Riobamba)	89
Dirección Regional del Sur (Loja)	82
Dirección Regional El Oro (Oro)	106
Dirección Regional Litoral Sur (Guayaquil)	618
Dirección Regional Manabí (Manabí)	163
<b>Total Usuarios:</b>	<b>2642</b>

Tabla 2.2 Distribución de Usuarios por Regional

La asignación de anchos de banda desde la regional Quito hacia las demás regionales del SRI está distribuida de acuerdo a la tabla 2.3:

Enlace	Velocidad (Kbps)
Quito - Cuenca	832
Quito - Riobamba	512
Quito - Machala	512
Quito - Guayaquil	4000
Quito - Loja	512
Quito - Portoviejo	768
Quito - Ambato	704

Tabla 2.3 Ancho de Banda de oficinas Regionales

Es necesario realizar un análisis del consumo de ancho de banda por usuario al aplicativo para poder estimar si la asignación correspondiente a la tabla 2.2 es adecuada para el óptimo funcionamiento de la plataforma de educación virtual.

#### 2.2.4 Área de Usuario

El área del usuario es sin duda una de los parámetros más importantes a considerar para la implementación o mejora de una solución informática, al momento el Servicio de Rentas Internas ha realizado la ejecución de un curso virtual en diferentes períodos de tiempo capacitando alrededor de 300 funcionarios en el curso virtual de *“Conociendo Nuestro Código de Ética”*. Tomando en cuenta como base estos eventos de capacitación se realizó una encuesta que permita analizar si los recursos empleados actualmente en la plataforma de educación virtual, favorecen el aprendizaje colaborativo de los participantes, los recursos empleados en este curso virtual son:

- Libros Digitales
- Animaciones Flash
- Videos
- Foros
- Mensajería Interna
- Evaluaciones de conocimiento

Se plantean las siguientes preguntas que permitirán evaluar los recursos y actividades virtuales:

- **Pregunta 1:** El material digital entregado ayudó al desarrollo del curso.
- **Pregunta 2:** Los recursos virtuales utilizados favorecieron el aprendizaje.
- **Pregunta 3:** El diseño del aula virtual y del curso específico facilitó el acceso a la información.
- **Pregunta 4:** Se organizaron actividades o ejercicios que generaron aprendizaje colaborativo.
- **Pregunta 5:** Las evaluaciones aplicadas fueron congruentes con los temas tratados.
- **Pregunta 6:** Los participantes tuvieron conocimiento permanente de las actividades que debía realizar en el desarrollo del curso.

La encuesta fue realizada a 150 participantes de 5 cursos diferentes obteniendo los siguientes resultados:

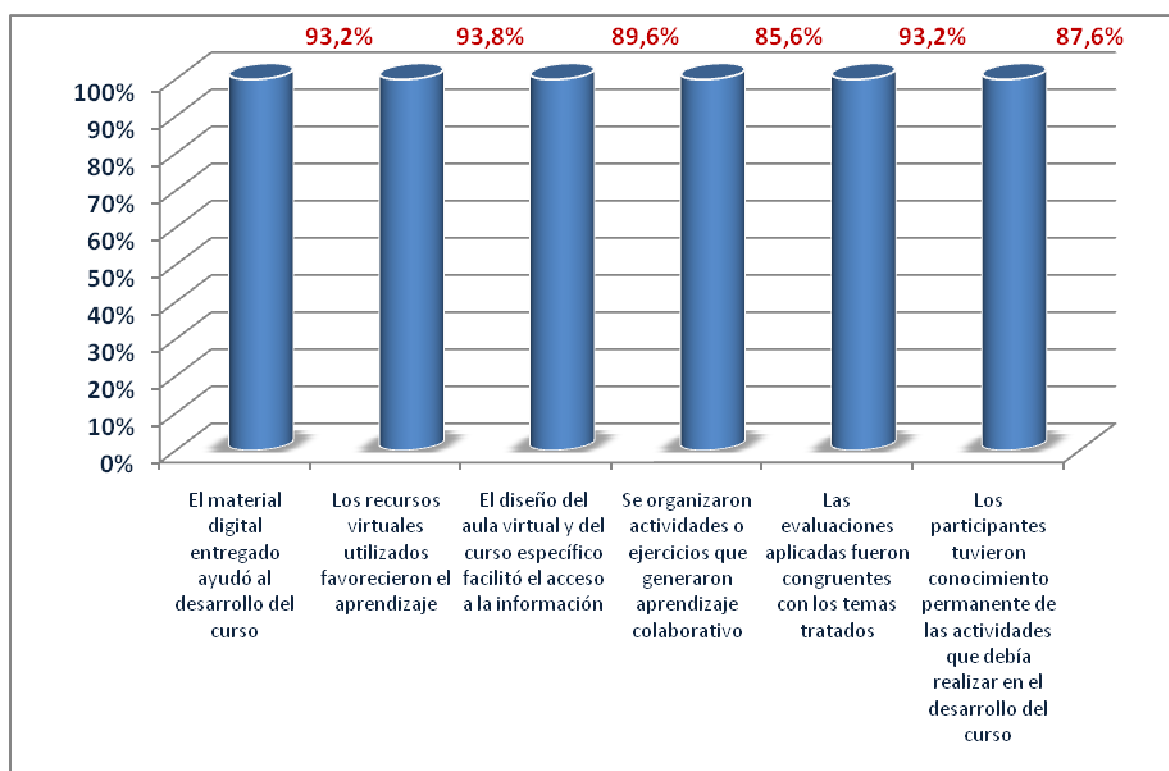


Figura 2.5 Resultados evaluación recursos virtuales

En base a los resultados presentados en la figura 2.5, se puede concluir que los recursos empleados actualmente favorecen el aprendizaje colaborativo de los participantes. Además la plataforma de educación virtual presenta un entorno amigable y accesible al usuario final; no sería necesario realizar modificaciones a los recursos, sin embargo es posible incrementar mejoras que como recordatorios y alertas que permita a los participantes estar al día en las actividades propuestas por el tutor.

### 2.2.5 Políticas Internas del SRI para que un Aplicativo Web pueda salir a producción.

El Servicio de Rentas Internas establece un conjunto de normas y convenciones para la configuración, instalación y paso a producción de cualquier aplicativo web.

Dentro de las políticas internas se establece que para que un aplicativo pueda salir a producción, este debe cumplir con algunos requisitos a nivel de software y hardware; además es necesario evaluar el consumo de ancho de banda y utilización de recursos de red, para lo cual es necesario que el sistema pase por un proceso de monitoreo que permita mantener los niveles de calidad de los aplicativos que se manejan en la Institución, tratando de optimizar al máximo el consumo de ancho de banda sin sacrificar la velocidad de acceso y disponibilidad del servidor.

La tabla 2.4 muestra los principales parámetros establecidos para el paso a producción de un aplicativo interno del SRI:

Paso	Descripción	Parámetro de Análisis
Paso 1	Análisis de Base de Datos	Concurrencia
		Uso de Memoria
		Uso de CPU
Paso 2	Asignación de recursos de Red	Concurrencia
		Asignación de Ancho de Banda
Paso 3	Servidor de Aplicaciones	Uso de CPU
		Uso de Memoria
Paso 4	Tiempos de respuesta	Carga inicial del aplicativo
		Autenticación
		Navegación

Tabla 2.4 Parámetros de análisis para el paso a producción de un aplicativo web

Estos procesos son ejecutados y monitorizados por el área de gestión de la calidad (QA).

Como parte de las políticas internas, es recomendable en lo que se refiere a consumo de ancho de banda, este no supere los 20 Kbps por usuario, para asegurar un buen rendimiento acorde a los canales de red actualmente asignados.

La Dirección de Tecnología define lineamientos a nivel de software que se deben cumplir para que un aplicativo web pueda ser aprobado y disponer de soporte técnico del Centro de Cómputo; a continuación se detalla los puntos principales a considerar:

- Sistema Operativo – Red Hat Linux RHEL 4 x86\_64
- Motor de Base de Datos – Oracle 10g
- De preferencia Open Source – pero con soporte técnico
- Configuración de alta disponibilidad para un proyecto a largo plazo
- Autenticación mediante certificados digitales

Cumpliendo con estos parámetros se conseguirá ejecutar el proyecto de educación virtual y contar con el soporte de la Dirección de Tecnología.

#### **2.2.6 Problemas detectados en la configuración actual**

Después de analizar la situación actual de la plataforma virtual, se pueden observar varios inconvenientes en la configuración del servidor e-learning, que no permiten ofrecer un servicio de calidad a los funcionarios del SRI e impiden el paso a producción de este aplicativo.

De acuerdo a las políticas institucionales la plataforma e-learning debe cumplir con requisitos de accesibilidad y alta disponibilidad.

En cuanto a accesibilidad, la plataforma virtual presenta tiempos de retardo considerables que deben ser evaluados; mientras que en alta disponibilidad la plataforma no presenta una estructura a nivel de hardware ni configuración de software que brinde este servicio.



Otro aspecto importante a tomar en cuenta es el proceso de autenticación de los usuarios al aplicativo, al momento no se ha implementado ningún tipo de seguridad para este acceso; es decir los nombres de usuario y contraseña están viajando en texto plano a través de la red, lo que podría provocar robo de información confidencial.

Se puede concluir que existen inconvenientes a nivel software y hardware que deben ser solucionados para que la plataforma de educación virtual tenga un óptimo desempeño y pueda prestar servicio cumpliendo los parámetros institucionales. A continuación se realiza un análisis de los inconvenientes detectados en cada área, para de esta manera poder ofrecer una solución que garantice el cumplimiento de las políticas institucionales.

### **2.2.6.1 Software**

#### *2.2.6.1.1 Sistema Operativo*

Como se menciona en el punto [2.2.1.1](#) el sistema operativo es la base de cualquier sistema informático, por tal motivo su selección debe cumplir con los objetivos de su utilización. En el caso de un sistema de educación virtual se debe tomar en cuenta el rendimiento, la seguridad de acceso y alta disponibilidad

El rendimiento va de la mano con el tiempo de respuesta y al tratarse de un sistema que gestiona el aprendizaje, es fundamental que la información se muestre de manera rápida a los estudiantes, evitando la disertación y por ende el fracaso del proyecto. <sup>(20)</sup>

Otro aspecto importante a tomar en cuenta es la seguridad de acceso hacia la plataforma; cada participante tiene un rol específico que le permite acceder a cierto tipo de información y no a otro, por ejemplo un estudiante no tiene acceso a revisar el banco de preguntas y respuestas de un curso virtual, por lo que se hace imprescindible configurar un mecanismo de seguridad de nombres de usuario y contraseña, que evite suplantación de identidad o ataques a la plataforma.

El factor de alta disponibilidad permite afianzar el uso de la metodología e-learning, pues va de la mano con la característica más importante de la educación

virtual que es la **flexibilidad**. La flexibilidad permite a los participantes ingresar al curso virtual a cualquier hora, adaptándose al tiempo libre de cada persona. Este es uno de los aspectos principales por los cuales el e-learning tiene el grado de aceptación alcanzado a nivel mundial

El SRI define dentro de sus políticas internas el uso de Red Hat Enterprise que es precisamente el sistema operativo empleado al momento en el servidor de educación virtual, esta versión de LINUX es una versión bajo costo; sin embargo el SRI dispone de licencias y de servicio de soporte técnico autorizado.

Red Hat Linux posee varias características que hacen de este un sistema confiable, entre las características más importantes se tiene:

- *Varios sistemas de hardware y periféricos certificados de la mano de los OEM (fabricantes de equipos originales) más importantes, que abarcan múltiples arquitecturas de procesador.*
- *Amplia gama de programas de socios*
- *Amplia oferta de servicios y asistencia de hasta 24 horas y 7 días a la semana con un tiempo de respuesta de 1 hora, todo ello proporcionado por Red Hat y ciertos socios ISV y OEM seleccionados.*
- *Excelente rendimiento, seguridad, escalabilidad y disponibilidad, con estándares de comparación auditados.*
- *Tecnologías de código abierto rigurosamente probadas y maduras a través del proyecto Fedora, patrocinado por Red Hat.*
- *Cada versión mayor incluye interfaces de aplicación estables y siete años de asistencia técnica al producto.*
- *Una homogénea familia de productos de cliente y servidor que permite la interoperación transparente de los sistemas, empezando por el ordenador portátil y acabando en el centro de datos o el mainframe, y proporciona además una excelente interoperabilidad con los sistemas Unix y Microsoft® Windows® actualmente implantados<sup>12</sup>*

---

<sup>12</sup> Estas características fueron tomadas de la página oficial de Red Hat en España – Portugal  
<http://www.es.redhat.com/rhel/server/>

Con respecto a la elección del sistema operativo, se puede concluir que es el adecuado; sin embargo la configuración actual no considera aspectos como seguridad de acceso, administración de respaldos y gestión de rendimiento, aspectos claves para un óptimo desempeño.

Es necesario realizar algunos ajustes en la instalación del Sistema Operativo para proporcionar un mejor rendimiento de la plataforma e-learning.

#### 2.2.6.1.2 LMS (*Learning Management System*)

La plataforma de educación virtual del SRI está instalada teniendo en cuenta a Moodle como administrador de contenidos de aprendizaje para los cursos virtuales.

Moodle posee varias características que hacen que sea uno de los LMS más usados actualmente, según las estadísticas de su página oficial figura 2.5, hasta enero del 2010 existen 45978 sitios registrados bajo este LMS.

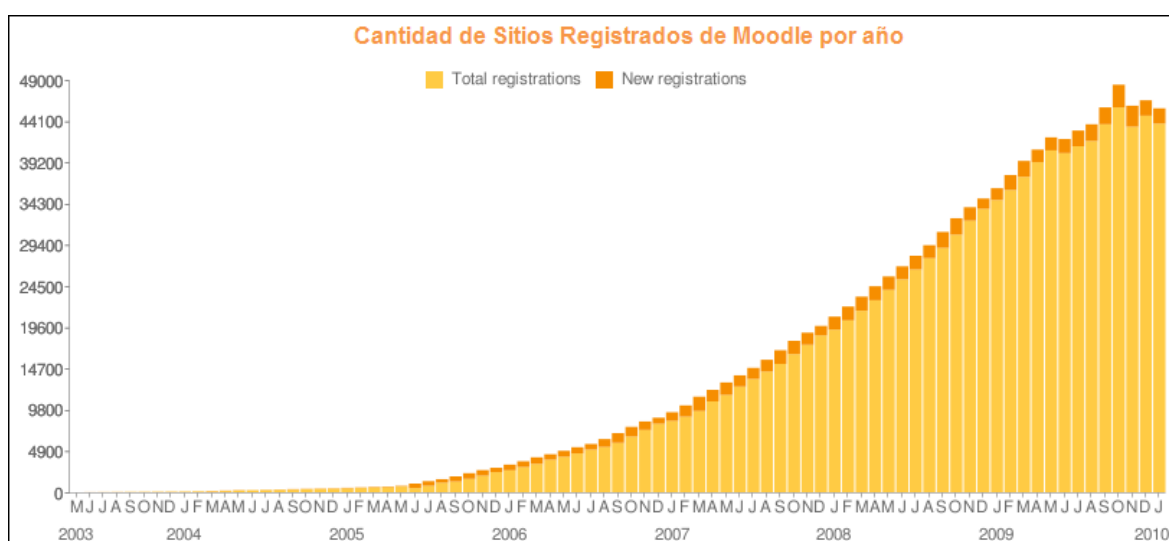


Figura 2.6 Sitios registrados de Moodle<sup>13</sup>

A pesar que Moodle es un sistema open source, no tienen nada que envidiar a LMS propietarios como WebCT o E-ducative. Moodle cuenta con una gran variedad de módulos y actividades que permiten la creación de cursos de alta calidad y proporciona una interfaz muy amigable al usuario.

<sup>13</sup> Imagen tomada de <http://moodle.org/stats/> - datos tomados a Enero del 2010

Previo a la implementación del proyecto de educación virtual en el SRI, se realizó un análisis comparativo entre varios tipos de LMS tanto de licencia open source como propietaria; obteniendo como resultado que el LMS más adecuado para la plataforma de educación virtual del Centro de Estudios Fiscales del SRI es Moodle. Ver Anexo A.

Debido a que la implementación de la plataforma virtual se la realizó a finales del 2008, no se tiene la versión actualizada de este LMS, es necesario entonces, actualizar a la versión **1.9.4** que es la que se encuentra estable en la página oficial de Moodle<sup>14</sup>, para obtener un mejor rendimiento y estabilidad del servicio.

Las razones por las cuales es conveniente actualizar de la versión **1.9.2** instalada actualmente a la versión **1.9.4**, son las siguientes: (21)

- Mejora en la política de creación de contraseñas mediante varios caracteres alfanuméricos, lo que permite tener contraseñas más robustas que evitan el craqueo a fuerza bruta.
- Aumento de rendimiento y escalabilidad sobre todo en lo referente a la administración de roles de los usuarios.
- Mejora en la administración de calificaciones, permite tener varios tipos de reportes personalizables de acuerdo al rol de cada participante.
- Localización de errores en los ficheros de las copias de seguridad, para obtener copias de seguridad confiables.
- Incrementación de informe que permite la detección de SPAM.

Se puede concluir que la versión **1.9.4** de Moodle presenta mayor nivel de seguridad, estabilidad y administración, por lo cual es imprescindible realizar la actualización de versión del LMS.

#### *2.2.6.1.3 Base de Datos*

El gestor de bases de datos que dispone la plataforma virtual del SRI es MYSQL.

---

<sup>14</sup> Este dato fue recopilado a Enero del 2009

Moodle fue diseñado originalmente para trabajar con MYSQL como gestor de bases de datos, ya que al tratarse de un proyecto open source se optó por un gestor de base de datos de las mismas características a nivel de licenciamiento.

En la página oficial de Moodle se recomienda usar MYSQL como base de datos, los módulos adicionales se desarrollan en función de este gestor de datos; si se usa otro tipo de gestor es necesario realizar ajustes en la instalación de los módulos.

De acuerdo a las políticas institucionales, todo aplicativo web debe estar instalado y configurado, teniendo en cuenta a ORACLE como gestor de base de datos. Con este antecedente es necesario realizar el cambio de gestor de base de datos, de MYSQL a ORACLE. El gestor de bases de datos ORACLE ofrece mayor facilidad de administración, seguridad e integridad de la información, está orientada a la web y permite contar con soporte inmediato de existir algún inconveniente; además el SRI cuenta con las licencias para su instalación.

Uno de los inconvenientes a ser solucionados en la migración de base de datos es el manejo de tipos de datos, puesto que MYSQL y ORACLE manejan diferente tipo de caracteres. En la tabla 2.5 se muestra una comparación de tipos de datos de MYSQL frente a los tipos de datos de ORACLE:

Tipo de Dato	MYSQL	ORACLE	Descripción
Cadena de longitud fija	Sobre 255 bytes	Sobre 2000 Bytes	ORACLE soporta más volumen de información
Cadena de longitud variable	Sobre 255 bytes	Sobre 4000 Bytes	ORACLE soporta más volumen de información
Long Text	Sobre 4 gigabytes. Limitado a 16 Mb con algunas tablas	Sobre 4 gigabytes	ORACLE no tiene límite de tamaño para objetos Long Text

Tabla 2.5 Tipos de Datos MYSQL vs ORACLE<sup>(24)</sup>

Tipo de Dato	MYSQL	ORACLE	Descripción
Large Binary	Sobre 4 gigabytes. Limitado a 16 Mb con algunas tablas	Sobre 4 gigabytes	ORACLE no tiene límite de tamaño para objetos binarios grandes
Integer	Sobre $2e^{64}$ dígitos aproximadamente y 20 dígitos de precisión.	Sobre 38 dígitos de precisión	ORACLE soporta enteros más grandes
Floating Point	$-1.8e^{308}$ a $-2.2e^{308}$ , $2.23308$ a $1.83308$ '	Sobre 38 dígitos de precisión	MYSQL Soporta enteros de punto flotante y de precisión doble más grandes
Date	Fecha y hora con precisión de segundos de Enero 1,1000 a Diciembre 31, 9999	Fecha y hora con precisión de segundos de Enero 1,4712 BCE a Diciembre 31, 4712 CE	ORACLE asegura que los valores de fecha sean fechas válidas y puede almacenar fechas antes de 1000 CE. MYSQL puede almacenar fechas después de 4712 CE.
Time	Hora con precisión de segundos. -838:59:59 a 838:59:59	N/A	ORACLE no tiene un tipo de dato Time
TimeStamp	Precisión de segundos sin local time zone.	Precisión de milisegundos con local time zone	ORACLE soporta milisegundos y conversiones automáticas de time zone
Year	1901 a 2155	N/A	ORACLE no tiene un tipo de dato para almacenar solo años.
Row Identifier	N/A	Local y universal	MYSQL no soporta identificadores de fila que son útiles para actualizaciones rápidas.
Enumeration	Sobre 65535 valores diferentes	N/A	ORACLE no soporta este tipo de dato; sin embargo soporta constraints de chequeo de múltiples valores
Set	Puede contener de cero a 64 valores	N/A	ORACLE no tiene este tipo de dato
Tipos de dato definidos por el usuario	N/A	Los desarrolladores pueden definir sus propios tipos de datos pueden definir sus propios tipos de datos	ORACLE soporta tipos de datos complejos

Continuación Tabla 2.5

Se puede apreciar que ORACLE soporta un mayor volumen de información que MYSQL, esto es una ventaja ya que las cadenas de caracteres de Moodle manejan información mediante etiquetas HTML que son cadenas bastante extensas.

Para incluir nuevos módulos en Moodle, es necesario modificar en los archivos de instalación, las sentencias que hacen referencia a la creación de tablas en la base de datos, adaptándolos para garantizar su funcionalidad en ORACLE.

Otro problema detectado a nivel de base de datos, es que MYSQL está instalado en el mismo equipo que el servidor web, lo que no permite realizar alta disponibilidad a este nivel. Es decir solo se podría realizar alta disponibilidad a nivel de servidor web, o solo a nivel de base de datos pero no servidor web y base de datos al mismo tiempo.

Para explicar más claramente este inconveniente, se puede considerar el siguiente caso: Instalación del servidor web y la BDD en el mismo equipo. ¿Qué sucedería si en el servidor principal falla la base de datos? HeartBeat detectaría el inconveniente, por lo que entraría a funcionar por completo el servidor *backup*, lo mismo sucedería si falla el servidor web; es decir no se verifica por separado el funcionamiento del servicio web y del servicio de base de datos, lo que impiden una sincronización correcta de la información. El manejo de alta disponibilidad no está utilizado de manera adecuada.

En el primer caso si falla la base de datos el servidor web debería seguir en funcionamiento y solo existir relevo a nivel de base de datos lo que se traduciría en mayor tiempo de respuesta e integridad de la información; lo mismo sucede si lo que falla es el servidor web, debería haber un relevo de este servicio y se podría seguir utilizando la misma instancia de la base de datos inicial, manteniendo el rendimiento.

Por esta razón para garantizar un mayor nivel de disponibilidad es necesario separar estos servicios en equipos distintos.

#### 2.2.6.1.4 XAMP

Al ser requisito indispensable la implementación de la base de datos mediante ORACLE, se necesita que en la configuración de PHP se activen ciertas extensiones que permitan la conexión del servidor web a la base de datos.

La principal extensión de PHP que debe ser habilitada es OCI8, las funciones de este componente permiten acceder a las bases de datos de ORACLE mediante la vinculación de variables de PHP.

La activación de la extensión “OCI8” en un entorno XAMP en Linux resulta muy compleja ya que debe descargar la extensión, revisar y corregir ciertas configuraciones y volver a compilar el PHP.

Es necesario encontrar una solución que permita fácilmente la conexión de Moodle mediante PHP a la base de datos de ORACLE, por lo que la utilización de XAMP queda descartada de la solución a implementar.

#### 2.2.6.2 Hardware

A nivel de hardware se ha encontrado algunos inconvenientes en cuanto al dimensionamiento del servidor.

Como se mencionó en el punto [2.2.5.1.3](#) es necesario contar con equipos separados para el servidor web y la base de datos para obtener un mayor grado de disponibilidad del sistema.

A continuación se analiza de manera independiente el uso de recursos para el dimensionamiento del servidor.

##### 2.2.6.2.1 Disco Duro

Para poder dimensionar la capacidad de disco que debería tener el servidor de educación virtual es necesario establecer el tipo y la cantidad de recursos a utilizar en un curso virtual, así como el nivel de interacción que se generará en el transcurso del mismo.



El objetivo es estimar el tamaño o peso que un curso virtual requiere para permanecer almacenado en el disco duro y en base a la cantidad de cursos virtuales que se establecen en las políticas institucionales, estimar la cantidad total de disco duro a utilizar.

En la tabla 2.6 se presenta la cantidad en KB estimada que un curso virtual requiere para su creación y almacenamiento en disco, cabe recalcar que es una estimación basada en los cursos que actualmente se tienen implementados en el SRI.

Tipo de recurso	Extensión	Peso estimado KB	Cantidad	Peso total KB
Texto	pdf	100	10	1000
Imagen	jpg	50	100	5000
Web	html	20	10	200
Animación	swf	50	50	2500
Multimedia	flv	800	5	4000
			Total	12700

Tabla 2.6 Peso estimado de un curso virtual

Se puede estimar que el peso de un curso virtual es de 13 MB aproximadamente, esto sin tomar en cuenta la interacción que se genera por parte de los alumnos y el tutor.

Para incluir el nivel de interacción es necesario tomar en cuenta que de acuerdo a las políticas de e-learning, establecidas por la coordinación de educación virtual, se determina que para cumplir con los objetivos de aprendizaje se tendrá un máximo de 35 estudiantes por curso.

Para determinar el peso aproximado que se genera por la participación en el aula virtual, se realizó un muestreo de los cursos virtuales actualmente ejecutados y que poseen un aproximado de 35 alumnos como máximo. En la tabla 2.7 se puede apreciar las estadísticas resultantes:

Curso	Número de participantes	Peso Foros (MB)	Peso Tareas (MB)
Conociendo Nuestro Código de Ética - G1	35	2,2	1,2
Conociendo Nuestro Código de Ética - G5	35	2,3	2,1
Conociendo Nuestro Código de Ética - G10	35	2,35	2,3
Conociendo Nuestro Código de Ética - G16	33	2,8	2
El Servicio de Rentas Internas - G1	35	5,3	4,1
El Servicio de Rentas Internas - G5	35	4,7	5,2
El Servicio de Rentas Internas - G9	33	6,4	5,2
El Servicio de Rentas Internas - G16	35	5,7	6,1
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>3,97</b>	<b>3,53</b>

Tabla 2.7 Nivel de Interacción

El nivel de interacción estimado para un curso virtual sería de 7.5 MB; con esto el peso estimado de un curso virtual sería de 13 MB + 7.5 MB = 20.5 MB.

Además de esta información, un curso virtual también almacena dos copias de seguridad para respaldar y precautelar un curso; por ejemplo si por algún inconveniente en la plataforma se perdiera la información de un curso, a partir del respaldo se podría volver a recuperar los datos. Las copias de seguridad se almacenan en formato ZIP, se tiene que la razón de compresión<sup>15</sup> de ZIP es del 25% lo que daría un total de 30.75 MB en las copias de seguridad.

Es necesario también considerar el espacio que ocupa en la base de datos la información de un curso virtual. La instalación de Oracle ocupa un tamaño aproximado de 7GB, y de acuerdo a instalaciones realizadas se tiene que el peso promedio de un curso virtual es de 100 MB.

Tomando en cuenta el tipo de recursos a utilizar, el nivel de interacción, las copias de seguridad y el alojamiento en la base de datos, se puede deducir que el

<sup>15</sup> Razón de compresión de ZIP <http://es.wikipedia.org/wiki/7-Zip>

tamaño aproximado de un curso virtual es de 151 MB. (13 MB +7.5MB + 30.5 MB + 100 MB =150.1 MB)

De acuerdo a las políticas de e-learning, se tiene programado capacitar a todos los funcionarios del SRI en 2 cursos virtuales en temas de tributación básica por año.

Tomando en cuenta que en el SRI existen 2700 funcionarios aproximadamente, para lograr capacitar a todos, en dos cursos por año, es necesario realizar 156 cursos virtuales de 35 participantes cada uno; considerando el ingreso de nuevo personal de 5% y pérdidas con un porcentaje del 7% se tendría un aproximado de:  $156*(1+0.05+0.07)=188$  cursos virtuales a generar.

El tamaño en disco requerido sería el siguiente:

- Sistema Operativo: 10 GB
- Base de Datos: 7 GB
- Cursos virtuales: 188 cursos \* 151 MB = 28.388 MB, aproximadamente 29 GB - **Anuales**

La solución a implementar tendría una proyección de 5 años, lo que daría un total de 145 GB. Con un disco duro de 250GB o 320GB se cubriría con el requerimiento. Es necesario que la configuración del disco duro sea adecuada para soportar almacenamiento para copias de seguridad y permita añadir más espacio de disco de ser necesario, esto se lo realiza en la instalación del Sistema Operativo.

Los discos SCSI, SATA o SAS son recomendables para obtener alta velocidad y rendimiento (interfaz) para la instalación del sistema operativo.

#### 2.2.6.2.2 *Procesador*

El procesador es la parte central de la PC, se encarga de manejar todas las operaciones y ejecutar las instrucciones solicitadas a una velocidad determinada por la frecuencia del reloj interno. <sup>(23)</sup>

Moodle no requiere de ningún tipo especial de procesador; sin embargo hay que tomar en cuenta que en un curso virtual se manejan diferentes tipos de recursos cuyo consumo de procesador es muy variable, existen recursos asincrónicos como: foros, tareas, evaluaciones, encuestas, wikis, etc. que no necesitan de un mayor uso del procesador, y recursos sincrónicos como: chat, video conferencia, videos en tiempo real, que requieren de un mayor procesamiento.

Para tener un óptimo rendimiento del procesador se recomienda contar con un procesador de doble núcleo (Dual Core) o equivalente.

#### *2.2.6.2.3 Memoria RAM*

La RAM es la memoria de acceso aleatorio que el procesador usa directamente para recoger y almacenar datos. Sólo la memoria Cache esta en medio del procesador y la RAM.

La memoria RAM está encargada de almacenar los datos más recientes utilizados por el usuarios de manera proporciona velocidad de procesamiento al tener los datos directamente y no tener que ir hasta el disco duro para recuperar alguna información requerida, es por esto que mientras la RAM sea de mayor capacidad se tendrá más información disponible de manera inmediata para el procesador lo que se traduce en rapidez y ahorro de recursos.<sup>(24)</sup>

Según las recomendaciones de la página oficial de Moodle y en base a experiencias realizadas se debe tener disponible 1GB de RAM por cada 50 usuarios concurrentes. En un curso virtual se tiene aproximadamente 10 usuarios concurrentes, y se tiene aproximadamente 25 cursos corriendo simultáneamente lo que nos daría un total aproximado de 250 usuarios concurrentes, con 3 GB de RAM estaría cubierto el requerimiento. Sin embargo se tiene planificado que la plataforma virtual también se utilizará para la toma de evaluaciones técnicas, donde se tiene hasta 400 usuarios de manera simultánea, se necesitarían 8 GB de RAM para poder cubrir este requerimiento y estimando un crecimiento institucional lo más recomendable es adquirir **16 GB** de RAM para la plataforma virtual.

#### 2.2.6.2.4 Configuración de Red

En cuanto a la configuración de red actualmente se dispone de una implementación adecuada que permite tener niveles de seguridad para la red interna.

Colocando a los servidores en la zona desmilitarizada se tiene asegurado que los clientes externos provenientes del Internet no puedan atravesar hacia la Intranet donde se encuentra información confidencial y las base de datos. Además los firewall implementados también proporcionan niveles de seguridad internos para evitar ataques en la misma Intranet; por estas razones en este aspecto no se debería realizar ninguna modificación.

En lo que se refiere a la utilización del enlace de red la tabla 2.8 presenta el consumo de ancho de banda<sup>16</sup> del servidor e-learning de acuerdo al número de usuarios concurrentes:

Cantidad de conexiones concurrentes	Ancho de Banda Asignado (Kbps)	Tipo de Tráfico	Picos más alto en el uso del canal (Kbps)
1	Ilimitado	Entrada	11,5
1	Ilimitado	Salida	150
400	128	Entrada	105
400	128	Salida	128
400	Ilimitado	Entrada	430
400	Ilimitado	Salida	4800

Tabla 2.8 Consumo de ancho de banda

Los datos fueron tomados el 17 de julio de 2009, claramente se muestra que el consumo de ancho de banda del aplicativo e-learning está sobre los parámetros aceptables de máximo 20 Kbps por usuario.

<sup>16</sup> Las gráficas de ancho de banda se encuentran en el ANEXO A

## 2.3 DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN A IMPLEMENTAR

Una vez detectados los problemas de la configuración actual de la plataforma virtual, es necesario desarrollar una solución que garantice alta disponibilidad y que se adapte a los requerimientos institucionales, y que además proporcione una interfaz amigable al usuario.

La solución a implementar permitirá tener un servicio eficiente con alto rendimiento y disponibilidad de 24/7. El diseño de alta disponibilidad se lo realizará por capas; una capa superior donde se encuentra el servidor web, una capa inferior a nivel middleware<sup>17</sup> donde se instalará y configurará Oracle RAC y la capa final donde se encuentra el motor de base de datos compartido.

Este esquema de instalación separa a la base de datos del servidor web, lo que permite a la base de datos disponer de un servicio de alta disponibilidad y proporcionar un mejor rendimiento debido a que se tiene un equipo dedicado a ofrecer este servicio. Esta es una gran ventaja para el funcionamiento del LMS, ya que Moodle es un sistema dependiente de la base de datos debido a la cantidad de consultas que este genera.

En la figura 2.6 se puede observar la configuración hacia la cual se desea llegar, garantizando un buen nivel de HA.

---

<sup>17</sup> Software que ofrece servicios de conectividad entre distintas capas de un proyecto - Wikipedia

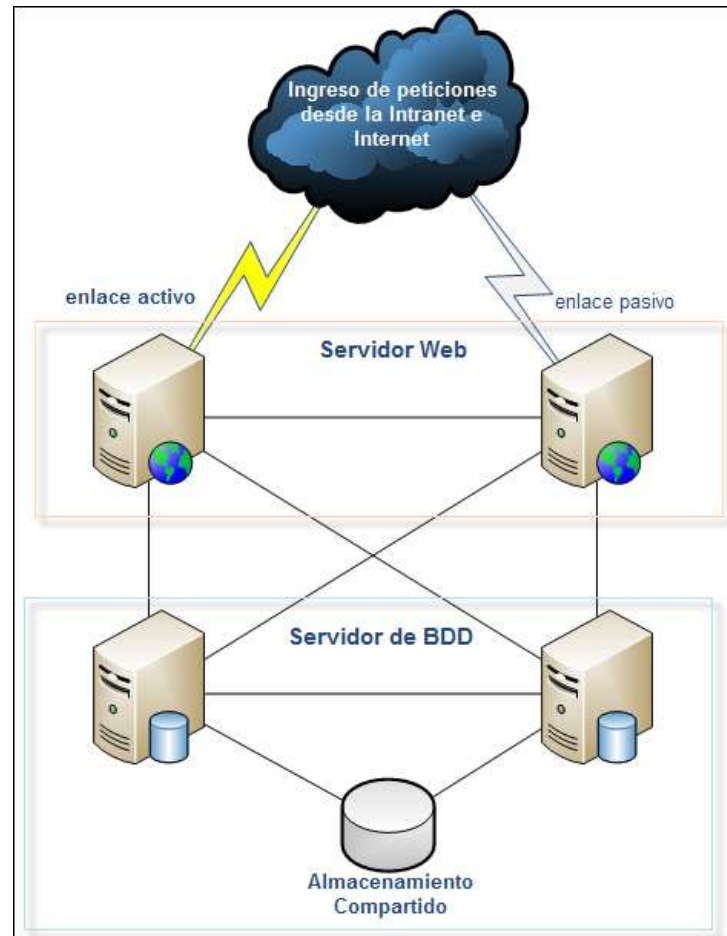


Figura 2.7 Diagrama de configuración de la solución de alta disponibilidad

Para garantizar alta disponibilidad es necesario eliminar los puntos de fallo únicos, que de existir podrían causar la caída del sistema. El servidor de educación virtual de SRI al momento proporciona un punto de fallo único, por lo que la solución debe estar enfocada en ofrecer un sistema de *backup* que entre en funcionamiento en caso de falla del servidor.

Al realizar la división por capas del servidor web y la base de datos se aumenta un punto de fallo pero se gana en rendimiento y disponibilidad si la configuración se la realiza de manera adecuada.

En el servidor web se realizará una configuración a nivel de sistema operativo, utilizando *HeartBeat* como agente principal de monitoreo, el mismo que se encargará de verificar el funcionamiento del servicio web y de la conexión de red, si el servidor web o la conexión de red fallan, éste se encargará de activar al

servidor de *backup* y de monitorear al servidor principal para devolver la conexión si el servidor principal se restablece.

Para que esta configuración tenga éxito, es necesario establecer un mecanismo que permita que tanto el servidor principal como el servidor de *backup* estén con la misma información, a esto se le llama sincronización de datos. Para dar solución a este requerimiento se utilizará *rsync* como mecanismo de sincronización de archivos; *rsync* se encargará de mantener la integridad de la información en los dos equipos.

A nivel de base de datos al trabajar con Oracle se utilizará la opción de Oracle RAC (*Real Application Cluster*) para ofrecer un servicio de alta disponibilidad; Oracle RAC proporciona múltiples instancias del motor de la base de datos de forma independiente con lo que si el servidor principal deja de funcionar, la instancia del servidor *backup* entrará en funcionamiento, esto se logra ya que en Oracle RAC tiene un arreglo de discos compartidos donde se almacena la información de la base de datos.

En la figura 2.7 se puede apreciar de mejor forma el funcionamiento del Oracle RAC.

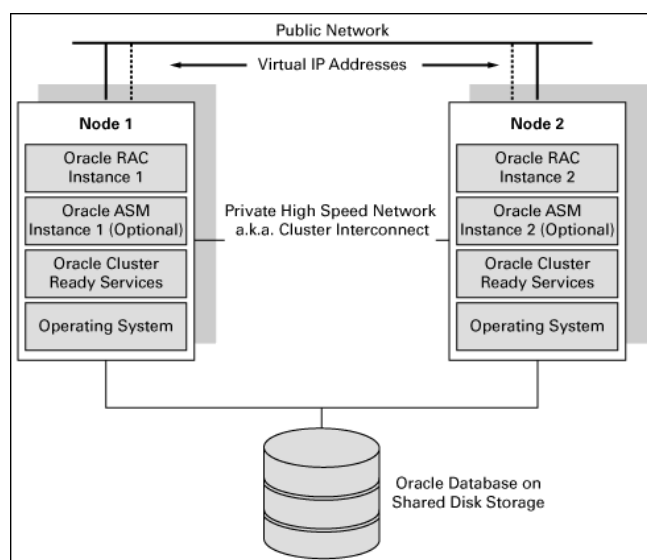


Figura 2.8 Funcionamiento Oracle RAC<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Imagen tomada de [http://www.oracle.com/technology/pub/articles/smiley\\_rac10g\\_install.html](http://www.oracle.com/technology/pub/articles/smiley_rac10g_install.html)



Como se puede observar la base de datos esta compartida por ambos nodos, lo que permite tener múltiples instancias proporcionando de esta manera redundancia y por tanto alta disponibilidad.

### 2.3.1 Redimensionamiento del hardware

Una vez seleccionados los mecanismos a implementar y basados en los problemas detectados en la configuración actual los requerimientos a nivel de hardware serían los siguientes:

a) **Servidor Web Principal.**- En este equipo residirá tanto el servidor web como el LMS, y estará encargado de responder las peticiones vía web que se realicen tanto de la Intranet como desde la Internet.

De acuerdo a lo expuesto en el punto [2.2.5.2.1](#), las recomendaciones para este servidor son las siguientes:

- **Disco Duro:** SCSI, SATA o SAS 120 GB
- **Procesador:** Dual Core 3.4 Ghz
- **Memoria RAM:** 16 GB
- **Dispositivos de Red:** Tarjetas de red Ethernet Gigabit Ethernet

b) **Servidor Web Backup.**- Este equipo de preferencia debe contar con las mismas características que el servidor principal, éste entrará en funcionamiento para dar relevo en caso de falla del equipo principal, por lo que las características a nivel de hardware serán las mismas que las del servidor principal.

c) **Servidor de Base de Datos.**- Este equipo será encargado de dar respuesta a las peticiones realizadas por el servidor web; aquí se encuentra una instancia de la base de datos y se tiene acceso al disco compartido donde se almacena la información.

De acuerdo a las especificaciones técnicas de Oracle las características a nivel de hardware para una configuración de alta disponibilidad para el equipo principal como para el *backup* son las siguientes:

- **Disco Duro:** SCSI, SATA o SAS 320 GB
- **Procesador:** Dual Core 3.4 Ghz
- **Memoria RAM:** 1 GB (como mínimo)
- **Tarjeta de Red:** Gigabit Ethernet
- **Adaptador de Red:** SCSI de doble canal

Además de estos requerimientos es necesario contar con un arreglo de discos compartidos de un total de 320 GB, que de acuerdo al punto [2.2.5.2.1](#) es suficiente.

Con la adquisición de estos equipos se tendría teóricamente hasta 800 usuarios concurrentes, capacidad de disco suficiente para cubrir los cursos virtuales programados hasta 5 años después de iniciado el proceso y lo más importante una óptima configuración de alta disponibilidad.

### 2.3.2 Configuración del software a utilizar

Para realizar la configuración de la solución de alta disponibilidad se utilizarán los siguientes componentes a nivel de software:

- **Sistema Operativo:** Se utilizará Red Hat Linux Enterprise RHEL4 Kernel-2.6-x86\_64 para 64 bits, tanto para los servidores web como para los servidores de base de datos.
- **Servidor Web:** Se instalará Zend Core que proporciona: Apache, PHP y el cliente de Oracle OCI8 para la interconexión con la base de datos.
- **Base de Datos:** Oracle 10g Release 2 para Linux x86
- **LMS:** Moodle version 1.9.4 para Linux x86
- **Alta disponibilidad a nivel de servidor web:** *HeartBeat* y *rsync*.
- **Alta disponibilidad a nivel de base de datos:** Oracle RAC 10g

Los componentes de software deben ser instalados siguiendo el orden que se presenta en la figura 2.8.

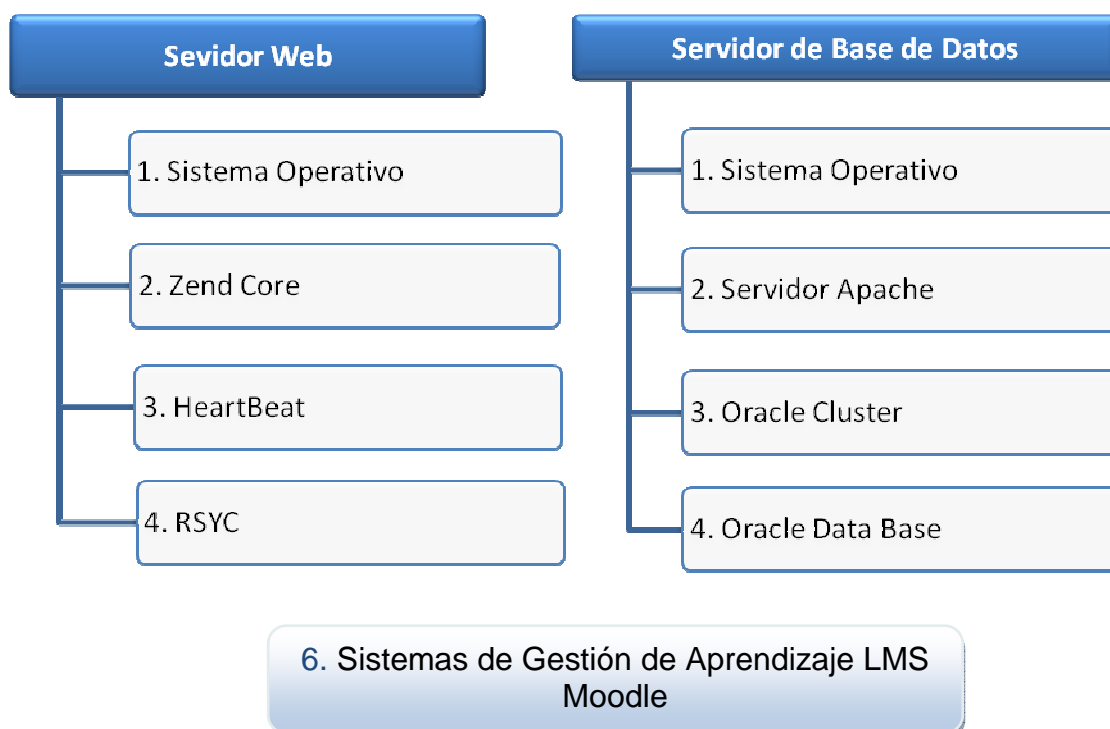


Figura 2.9 Diagrama de bloques de la instalación de software

Como se observa es necesario tener instalado y configurado el servidor web y el servidor de base de datos para poder instalar el LMS, el cual proporcionará la administración y creación de los cursos virtuales. Se puede iniciar la instalación por el servidor web o por el servidor de base de datos, en este caso en particular se empezará configurando el servidor web.

### 2.3.2.1 Servidor Web

#### 2.3.2.1.1 Instalación y configuración del Sistema Operativo - Red Hat Enterprise Linux (ES) Versión 4.x, 5.x:

La configuración adecuada del Sistema Operativo proporciona una base sólida para la implementación de la plataforma de Educación Virtual.

Mediante el sistema operativo también se configura los parámetros de hardware, como es el disco duro.

a) Configuración Básica <sup>(25)</sup>

- El primer punto a considerar para la instalación del sistema operativo es el particionamiento del disco duro, se recomienda la creación de particiones independientes tal y como se detalla en la tabla 2.9:

Arreglo	Partición	Punto de Montaje	Tamaño (MB)	Tipo	Formato
RAID0,1	/dev/sda1	/boot	300	0x83	ext3
RAID0,1	/dev/sda2	swap	18000+	0x82	swap
RAID0,1	/dev/sda3	/(root)	5000	0x83	ext3
RAID0,1	/dev/sda4 (vg00,lv00)*	/opt	5000	0x8e	ReiserFS*
RAID0,1	/dev/sda5	/tmp	5000	0x83	ext3
RAID0,2	/dev/sdb1 (vg01,lv00)*	/var	Máximo±	0x8e	ReiserFS*
RAID0,3	/dev/sdc1	/usr	5000	0x83	ext3
RAID0,3	/dev/sdc2	/usr/local	2500	0x83	ext3
RAID0,3	/dev/sdc3 (vg02,lv00)*	/home	2500	0x8e	ReiserFS*

Tabla 2.9 Particionamiento de disco duro <sup>(25)</sup>

Con este particionamiento se logra un manejo eficiente de los recursos de hardware (Disco Duro y RAM).

- La configuración de la tarjeta de red, se la realizará con la instalación de *HeartBeat*.
- El siguiente paso es verificar los paquetes mínimos a instalar según la siguiente lista:
  - Ambiente gráfico *GNOME Desktop*
  - Editores de texto
  - Software de desarrollo
    - *X Software Development*
    - *Development Tools*
  - Software Base
    - *Core*
    - *Base*
  - Herramientas de Administración

- Servicios de Red
  - Soporte Java
    - *Java*
    - *Development Java*
  - Soporte Sistema Windows
  - Internet Gráfico
- 
- A continuación se pedirá configurar una contraseña para el usuario root el cual es el usuario administrador de LINUX.
  - Deshabilitar Ctrl-Alt-Supr.- Al presionar esta combinación de teclas (CTRL+ALT+SUPR) provocaría un reinicio del sistema, para evitar un reinicio accidental o forzado del servidor es aconsejable deshabilitar su uso; para lo cual mediante la consola de comandos se debe comentar la línea que contiene “Ctrl+Alt+Del” en el archivo “/etc/inittab”.

#### *b) Configuración de Red*

- Modificar el archivo “/etc/hosts”, para garantizar la resolución de nombres mediante archivos planos, esta opción es muy importante para que el nombre de dominio sea identificado con la dirección IP asignada al servidor.
- Configurar todas las rutas a sistemas adicionales o de acceso a LAN's Virtuales (vLAN) de forma permanente.
- Utilizar la utilidad gráfica “redhat-config-network” o configurar el archivo “/etc/sysconfig/network-scripts/routes-ethX”, donde “X” es el valor del interfaz de red asignado. Reiniciar el servicio de red.
- Configurar los nombres de dominio DNS, es necesario modificar el archivo “/etc/resolv.conf” para garantizar la resolución de nombres mediante un sistema de nombres de domino (DNS).
- Configurar ajustes a nivel de red editando el archivo “/etc/sysctl.conf”, se debe añadir las siguientes líneas:
  - **Habilitar Redirección IP** (redirección del servidor proxy para navegación salida a la Internet)  
net.ipv4.ip\_forward = 1

- **Ignorar peticiones echo ICMP hacia direcciones IP difusión broadcast** (Evita que se generen errores de peticiones a direcciones erróneas que provocarían la congestión de la red)

```
net.ipv4.icmp_echo_ignore_broadcasts = 1
```

- **Limitar el envío de paquetes ICMP (en # por 1/100s)**

```
net.ipv4.icmp_ratelimit = 100
```

```
net.ipv4.icmp_ratemask = < mascara >
```

- **TTL por defecto** (Tiempo de vida de un paquete TCP dentro de la red, para evitar que un paquete sin destino fijo quede vagando en la red y la congestione)

```
net.ipv4.ip_default_ttl = 255
```

- **Conexiones a puertos locales TCP y UDP** (Define el rango de números de puertos válidos para las conexiones hacia el servidor)

```
net.ipv4.ip_local_port_range = 1024 65534
```

- **Negar el descubrimiento de tamaño de paquete (MTU)** (Evita que se determine el tamaño del paquete TCP, con lo cual se podría descubrir el tipo de red)

```
net.ipv4.ip_no_pmtu_disc = 1
```

- **Definir umbrales de memoria y "timeouts" para fragmentación IP** (Define el tamaño en memoria para los para los MTU)

```
net.ipv4.ipfrag_high_thresh = 262144
```

```
net.ipv4.ipfrag_low_thresh = 196608
```

```
net.ipv4.ipfrag_time = 30
```

- **Detección de conexión rotas a priori** (define los intervalos de tiempo y solicitudes antes de establecer una conexión rota o fallida)

```
net.ipv4.tcp_keepalive_probes = 5
```

```
net.ipv4.tcp_keepalive_time = 600
```

- **Protección contra ataques SYN** (Evita que el servidor se sature debido a solicitud de conexiones a equipos inexistentes en la red)

```
net.ipv4.tcp_syncookies = 1
```

- **Protección contra conexiones no finalizadas** (Cierra las sesiones no finalizadas al no recibir respuesta)

```
net.ipv4.tcp_retries1 = 3
```

- **Maximizar los recursos de una conexión** (Define el tiempo que debe transcurrir antes de liberar una conexión cerrada y utilizar sus recursos)

```
net.ipv4.tcp_fin_timeout = 30
```

- **Validar la dirección fuente** (Verifica que la dirección del cliente sea una IP válida para antes de enviar algún paquete, al igualar a 0 no se realiza ninguna verificación, al igualar a 1 se rechazan las direcciones erróneas evidentes y al igualar a 2 se realiza una verificación exhaustiva)

```
net.ipv4.conf.default.rp_filter = 1
```

### c) Configuración de Seguridad a nivel de Sistema Operativo <sup>(25)</sup>

- Proteger contra acceso de intrusos, es recomendable modificar los archivos “/etc/issue”, “/etc/issue.net” y “/etc/motd”.

Contenido de ejemplo del archivo “/etc/issue” y “/etc/issue.net”:

```
This system is for authorized users only. If you are not an
authorized user, disconnect now.
```

Figura 2.10 Contenido del archivo issue

Contenido de ejemplo del archivo “/etc/motd”:

```
***** NOTICE *****
*
* This computer system is for authorized users only. If you
* are not an authorized user, you may face administrative
* disciplinary action and civil and/or criminal penalties.
*
* Usage of this system is monitored for security reasons. All
* your actions are logged and can be used against you. On this
* system, your privacy is NOT guaranteed.
*
* By continuing to use this system you indicate your awareness
* of and consent to the terms above. LOG OFF IMMEDIATELY if
* you do not agree to the conditions stated in this notice.
*
*****
```

Figura 2.11 Contenido de archivo motd

- Deshabilitar el ingreso como root mediante una conexión remota por SSH y de ser el caso desplegar la información del “/etc/issue”.

```
# vim /etc/ssh/sshd_config
PermitRootLogin no
banner /etc/issue.net
```

- Deshabilitar telnet y verificar que el servicio SSH está activo.

```
# /usr/sbin/svcadm disable telnet
```

- Verificar que el servicio de tiempo está instalado en el sistema, actualizar la hora del sistema y el reloj en hardware de acuerdo a la hora del sistema de autenticación (MS Active Directory).

```
# vi /etc/ntp.conf
server <servidor MS Active Directory>
driftfile /etc/ntp/drift
# service ntpd start
# chkconfig -- levels 2345 ntpd on
```

Mediante la configuración de todos los puntos anteriores conseguiremos un óptimo rendimiento, mayor seguridad de acceso y mejor tiempo de respuesta a nivel de sistema operativo.

#### 2.3.2.1.2 Instalación y configuración de Zend Core for Oracle

Zend Core for Oracle es una solución creada por los desarrolladores de PHP para brindar integración entre la base de datos de Oracle, aplicaciones de servidor y java, mediante una extensión de PHP.

La instalación de *Zend Core for Oracle* es bastante sencilla, primero es necesario descargar este componente de la página oficial de PHP<sup>19</sup>, teniendo en cuenta que se va a usar en una versión de LINUX x\_86 para 64 bits, con el paquete listo en formato de compresión de LINUX (.tar) se sigue los siguientes pasos:

---

<sup>19</sup> Página de descarga oficial de Zend Core <http://www.zend.com/en/products/platform/downloads>



- Se descomprime el archivo mediante el siguiente comando:

```
# tar -zxvf Nombre del archivo (ZendCore-2.5.5-linux-glibc23-amd64.tar.gz)
```

- Con el archivo descomprimido procedemos con la instalación de manera gráfica mediante el siguiente comando.

```
# ./runInstaller -g
```

Aparecerá un entorno gráfico mediante el cual podemos realizar la instalación, en este entorno debemos seleccionar las siguientes opciones para la instalación:

- Install Zend Framework
- Configure Apache WebServer
- Install Oracle Client (OCI8)

Estos tres paquetes se necesitan para tener activo el servidor web por medio del cual publicaremos el sistema de educación virtual, el componente de PHP que será intérprete para de las páginas de Moodle para nuestro navegador web y la librería OCI8 que permite la conexión del LMS mediante PHP a la base de datos de Oracle.

- En el proceso de instalación se pedirá una contraseña y su verificación para el acceso a Zend Core vía web.
- Para la instalación es necesario especificar las rutas de destino donde se alojará cada paquete seleccionado, las direcciones de instalación deben ser las siguientes:
  - apachectl: /etc/init.d/httpd
  - config\_file: /etc/httpd/conf/httpd.conf
  - host: localhost
  - htdocs: /var/www/html/
  - httpd: /usr/sbin/httpd
  - pid\_file: /etc/httpd/run/httpd.pid
  - url: http://localhost:80
- Para terminar se da clic en Aceptar y finaliza la instalación.

Se puede verificar si la instalación tuvo éxito iniciando el servidor web httpd mediante el siguiente comando:

```
# service httpd restart
```

Una vez activado el servicio, la mejor manera de comprobar si el Oracle Client OCI8 fue instalado de manera correcta, es verificar las librerías de PHP, para lo cual mediante la consola de comandos se realiza lo siguiente:

- Ingresar al directorio html

```
# cd /var/www/html
```

- Crear un archivo de información de php

```
# vim info.php
```

- Colocar lo el siguiente código PHP

```
<?php>  
phpinfo();  
?>
```

- Ingresar al navegador web y visualizar las extensiones de PHP instaladas, asegurarse de que se encuentre la extensión OCI8.

```
http://localhost/info.php
```

Finalizada la instalación de *Zend Core for Oracle* se tendrá activo el servidor web y se dispondrá de la librería de conexión hacia la base de datos.

Finalizada la instalación de *Zend Core for Oracle*, se dispone de una administración vía web del servidor (<http://localhost/ZendCore>). Esta administración muestra un menú con los siguientes componentes:

- Control Center
  - Vista General del Sistema
  - Información de PHP
  - Actualizaciones

- Configuración
  - PHP
  - Extensiones
- Documentación
  - Manual de PHP

### 2.3.2.1.3 Instalación y configuración de HeartBeat

*HeartBeat* es el mecanismo mediante el cual se basa la configuración de alta disponibilidad. Mediante un proceso de monitoreo y detección de fallas el servidor *backup* podrá suplir en caso de fallo al servidor principal.

#### a. Instalación de HeartBeat

Para instalar *HeartBeat* se realiza los siguientes pasos:

- Revisar los nombres de equipo de cada servidor, que serán utilizados en la configuración de *HeartBeat*

```
# uname -n
```

- Instalar el paquete de *HeartBeat*  
# yum install HeartBeat\*

Se instalarán los siguientes paquetes:

- heartbeat
- heartbeat-pils
- heartbeat-stonith

#### b. Configuración de HeartBeat

El funcionamiento de *HeartBeat* se centra en la configuración de tres archivos

- authkeys
- ha.cf
- haresources
- El primer paso es copiar los archivos de configuración al directorio de configuración de *HeartBeat* (ha.d), para lo cual se ejecutan los siguientes comandos:

```
# cp /usr/share/doc/heartbeat-2.1.2/authkeys /etc/ha.d/  
# cp /usr/share/doc/heartbeat-2.1.2/ha.cf /etc/ha.d/  
# cp /usr/share/doc/heartbeat-2.1.2/haresources /etc/ha.d/
```

- El siguiente paso es identificar el método de autenticación entre el servidor principal y el *backup*, para realizar este paso es necesario editar el archivo de configuración *authkeys* de la siguiente manera:

```
# vim /etc/ha.d/authkeys  
  
auth2  
  
2 sha1 prueba-ha
```

Es indispensable que este archivo posea permisos de lectura y escritura.

```
# chmod 600 /etc/ha.d/authkeys
```

- El tercer paso es editar el archivo *ha.cf*, este es el archivo principal del funcionamiento de *HeartBeat*; en este archivo se colocará todas las especificaciones necesarias para el proceso de monitoreo de *HeartBeat*.

```
# vim /etc/ha.d/ha.cf  
logfile /var/log/ha-log  
logfacility local0  
keepalive 2  
deadtime 30  
initdead 120  
bcast eth0  
udpport 694  
auto_failback on  
node node01  
node node02
```

- *logfile*.- Especifica la ruta donde se almacenará los sucesos ocurridos con *HeartBeat*,
- *keepalive*.- Especifica el intervalo de tiempo en segundos, en el que se va a enviar señales al servidor web, en este caso 2 segundos

- *deadtime*.- Define el tiempo, después del cual al no recibir respuesta alguna, el servidor principal es declarado como inactivo (muerto) y debe ser reemplazado.
  - *Initdead*.- Define el tiempo en el cual se establece el correcto funcionamiento de la red en caso de reiniciar el sistema
  - *bcast*.- Indica la interfaz por medio de la cual se lanzará un *broadcast* para la comunicación entre los equipos.
  - *udpport*.- Define el puerto por el cual se realizará la comunicación *broadcast* y *unicast*.
  - *autofailback*.- Esta opción se encarga de retornar el servicio al servidor principal cuando este se restablezca.
  - *node*.- Especifica los nombres (uname -n) de los nodos que conformarán el *cluster* de HA.
- El siguiente paso es editar el archivo de configuración *haresources* para indicar el servicio en el que se va a ejecutar la alta disponibilidad, en este caso al servidor principal el servicio *httpd* (servidor web).

```
# vim /etc/ha.d/haresources
```

```
node01 dir_IP_virtual httpd
```

- Para finalizar se copia todo el directorio *ha.d* al servidor *backup*.

```
# scp -r /etc/ha.d/ root@node02:/etc
```

Es muy importante tener en cuenta que el archivo de configuración de apache *httpd.conf* debe ser igual en ambos servidores y estar activa la escucha en el puerto 80, a través de la dirección virtual especificada en el archivo *haresources*.

No es necesario configurar las direcciones IP virtuales de manera manual ni tampoco detener el direccionamiento ARP, de esto se encarga automáticamente *HeartBeat*.

#### 2.3.2.1.4 Instalación y configuración de RSYNC

*Rsync* es el complemento de *HeartBeat* para mantener consistencia de información, este mecanismo lo que hace es sincronizar los datos entre el servidor principal y el servidor *backup*.<sup>(26)</sup>

Para lograr una sincronización adecuada se debe configurar dos tipos de sincronización, una constante que se ejecutará cada cierto intervalo de tiempo determinado usando cron y la segunda que se ejecutará dependiendo de si el servidor principal está activo o no.

A continuación se especifica paso a paso como se debe realizar los dos tipos de sincronización, cabe recalcar que las dos se centran en sincronizar la información del directorio data de Moodle (*moodledata*), que es donde reside la información en el servidor web y que es el único directorio que puede modificar sus datos.

Para la ejecución de los comandos de sincronización hacia el otro servidor, es necesaria la creación de certificados digitales que permitan la autenticación de manera segura entre ambos equipos.

#### *a) Creación y configuración de acceso seguro mediante ssh*

La seguridad en la autenticación es clave para el proceso de sincronización, es necesaria la creación de un mecanismo que permita asegurar la identidad entre ambos equipos.

Para la creación y configuración ingreso seguro mediante *ssh* se realiza los siguientes pasos en la consola de comandos:

- El usuario que se autenticará debe ser *apache* ya que posee permisos de edición en el directorio data de Moodle, para lo cual ingresamos como este usuario de la siguiente manera:

```
# su - apache
```

```
contraseña
```

- Es necesario ubicarse en el directorio *.ssh*

```
$ cd ~/.ssh
```

- En el equipo principal se deben crear las llaves privadas y públicas, este será el encargado de ejecutar el comando de sincronización temporizado.

```
$ ssh-keygen -t rsa (tipo de algoritmo de cifrado rsa - des)
```

Después de ejecutar este comando se pedirá un nombre y una contraseña para el certificado

- El siguiente paso es copiar la llave pública (.pub) al servidor backup

```
scp llave.pub [dirección IP del servidor backup]:/home/apache/.ssh
```

- En el servidor *backup* ingresar con el usuario *apache* y concatenar la llave pública al archivo de llaves autorizadas (*authorized\_keys*)

```
$ cat llave.pub >> authorized_keys
```

Mediante estos pasos se tiene una autenticación segura para el usuario *apache*; sin embargo existe un pequeño inconveniente ya que si intentamos ingresar mediante *ssh* al otro servidor, éste pedirá ingresar la clave del certificado por lo que no se podrá ejecutar el comando de manera automática. Para resolver este inconveniente es necesario añadir de manera permanente la llave privada al servidor principal, esto se realiza mediante los siguientes comandos.

```
$ ssh-agent bash
```

```
$ssh-add llave
```

Los comandos anteriores funcionan siempre y cuando se mantenga la conexión en la consola de comandos, por lo que se recomienda para un trabajo sincronizado ubicarlos en el cron, en una sola línea de ejecución de la siguiente manera:

```
$ crontab -e
```

```
*/5 * * * ssh-agent ssh-add llave
```

Ahora es posible ingresar mediante *ssh* de manera segura mediante el usuario *apache* y sin necesidad de ingresar la contraseña del certificado digital.

Lo mismo debe hacerse para el servidor de *bakup* para que se pueda ejecutar la sincronización dependiente.

### *b) Sincronización temporizada*

Esta sincronización se encargará de mantener el directorio data de Moodle del servidor *backup* con la misma información que el directorio del servidor principal, la configuración es la siguiente:

- Ejecutar el comando de sincronización y verificar su funcionamiento  

```
# rsync -avz /var/www/moodledata apache@[dirección IP de backup]:/var/www/moodledata
```

- Una vez verificado el funcionamiento del comando anterior, es necesario colocar el mismo en el crontab para que se ejecute de manera periódica.

```
# crontab -e
```

```
*/5 * * * ssh-agent ssh-add llave
```

```
*/5 * * * rsync -avz /var/www/moodledata apache@[dirección IP de backup]:/var/www/moodledata
```

- Otra posibilidad es colocar todo en una sola línea del crontab, de la siguiente manera:

```
# crontab -e
```

```
*/5 * * * rsync -avz -e "ssh -l /home/apache/.ssh/llave.key" /var/www/moodledata apache@[dirección IP de backup]:/var/www/moodledata
```

El comando se ejecutará cada 5 minutos, la ventaja del comando *rsync* es que solo cambia los archivos que han sido modificados, de esta manera no consume demasiados recursos.

### *c) Sincronización dependiente*

Este tipo de sincronización se ejecutará cuando después de haber fallado, el servidor principal se ha recuperado y quiere retomar su funcionamiento normal.

Para lo cual es necesario realizar una sincronización del directorio data de Moodle del servidor backup hacia el servidor principal, garantizando que los cambios que



se realizaron mientras estuvo caído el servidor principal sean replicados a su directorio de datos.

Es necesario configurar esta sincronización en la configuración de *HeartBeat* ya que es la encargada de levantar el servicio *web* en el servidor principal para que entre en funcionamiento. Los pasos a ejecutar son los siguientes:

1. Crear un script que ejecute las instrucciones de sincronización al recibir el parámetro *start* por parte del *Heartbeat*, de la siguiente manera:

```
# cd /etc/rc.d/init.d/

# vim sincronizar.sh

case "$1" in start )

    rsync -avz -e "ssh -I /home/apache/.ssh/llave.key" apache@[dirección IP
del servidor principal]:/var/www/moodledata /var/www/moodledata

;;

stop)

;;

restart)

;;

esac
```

2. Editar la configuración del directorio *haresources* de *HeartBeat* para que ejecute el script previo al inicio del servicio de *apache*, de la siguiente manera:

```
# vim /etc/ha.d/haresources

Backup dir_IP_real sincronizar.sh // línea para realizar la sincronización del
servidor backup a principal previa la restauración del servidor apache
principal

node01 dir_IP_virtual httpd // línea para reiniciar el apache
```

Esta configuración se ejecuta cuando el servidor web principal ha caído y después de un lapso vuelve a estar activo; entonces éste recupera el servicio y sincroniza el directorio “moodledata” con los cambios que se realizaron durante el tiempo que el servicio dependió del servidor *backup*.

Para que Heartbeat considere al servidor principal como activo nuevamente debe obligar la sincronización previa a la activación del servidor apache. Ejecutado el proceso de sincronización del servidor primario se activa el servicio web del servidor primario.

### 2.3.2.2 Servidor de Base de Datos

Una configuración adecuada del servidor de la base de datos agilizará el sistema y proporcionará un mayor rendimiento a todo el sistema.

#### 2.3.2.2.1 Instalación y configuración del Sistema Operativo

La instalación del sistema operativo para los servidores de Base de Datos es la misma que se revisó en el punto [2.3.2.1.1](#); sin embargo es necesario realizar algunas configuraciones a este nivel, previo a la instalación de Oracle<sup>(27)</sup>

##### a) Configuración del kernel y seguridades

- Configurar los parámetros de kernel en tiempo de ejecución, con el usuario root, mediante los siguientes comandos:

```
#sysctl -w kernel.sem = "250 32000 100 128"
```

```
#sysctl -w net.ipv4.ip_local_port_range = "1024 65000"
```

```
#sysctl -w net.core.rmem_default = 262144
```

```
#sysctl -w net.core.rmem_max = 262144
```

```
#sysctl -w net.core.wmem_default = 262144
```

```
#sysctl -w net.core.wmem_max = 262144
```

```
#sysctl -w kernel.shmall = 2097152
```

```
#sysctl -w kernel.shmmax = 536870912
```

```
#sysctl -w kernel.shmmni = 4096
```

```
#sysctl -w fs.file-max = 65536
```

- Añadir las siguientes líneas en el archivo `/etc/security/limits.conf`:

```
oracle      soft  nproc  2047
oracle      hard  nproc  16384
oracle      soft  nofile 1024
oracle      hard  nofile 65536
```

- Añadir las siguientes líneas en `/etc/pam.d/login`, si esta no existe:

```
session required pam_limits.so
```

- Añadir las siguientes líneas en el `/etc/profile`:

```
if [ $USER = "oracle" ]; then
    if [ $SHELL = "/bin/ksh" ]; then
        ulimit -p 16384
        ulimit -n 65536
    else
        ulimit -u 16384 -n 65536
    fi
fi
```

#### *b) Verificación de espacio en disco y memoria RAM*

- Chequear los requerimientos mínimos de memoria RAM

Al menos se debe disponer de 1GB

- Chequear el espacio en disco par el directorio temporal

Al menos debe existir 400 MB de espacio libre en el directorio `/tmp`.

- Chequear el espacio en disco duro para la instalación.

Al menos debe existir entre 1.5 y 3.5 GB de espacio en disco.

- Copiar los instaladores en el directorio `/tmp/install`.

c) *Comprobación de paquetes y librerías necesarias*

- Se debe revisar que se tengan instalados los siguientes paquetes, necesarios para la instalación de Oracle:
  - *Binutils*
  - *compat-db*
  - *control-center*
  - *gcc*
  - *gcc-c++*
  - *glibc*
  - *glibc-common*
  - *gnome-libs*
  - *libstdc++*
  - *libstdc++-devel*
  - *make*
  - *pdksh*
  - *sysstat*
  - *xscreensaver*

Para verificar si los paquetes se encuentran instalados, se debe ejecutar como root el siguiente comando:

```
# rpm -q binutils compat-db control-center gcc gcc-c++ glibc glibc-common  
gnome-libs libstdc++ libstdc++-devel make pdksh sysstat xscreensaver
```

- Si algún paquete no se encuentra instalado, mediante yum procedemos su instalación, por ejemplo:

```
# yum install binutils*
```

- Para la instalación de Oracle RAC es necesario que el kernel del sistema operativo sea 2.6.5-7.97 o superior para verificar este detalle se ejecuta el siguiente comando:

```
# uname -r
```

#### d) Configuración de directorios y usuarios para Oracle

- Crear el directorio base de Oracle (al menos 3GB de espacio libre en disco duro):

```
# mkdir -p /<punto de montaje>/app/oracle
```

```
# chown -R oracle:oinstall /<punto de montaje>/app/oracle
```

```
# chmod -R 755 /<punto de montaje>/app/oracle
```

- Crear los usuarios necesarios para la instalación y configuración del servidor de base de datos:
  - Grupo de Inventario Oracle (oinstall)
 

```
# groupadd oinstall
```
  - Grupo DBA
 

```
# groupadd dba
```
  - Usuario administrador Oracle (oracle)
 

```
# useradd -g oinstall -G dba oracle
```
  - Colocar la contraseña del usuario oracle
 

```
# passwd oracle
```

#### 2.3.2.2.2 Instalación y configuración de Oracle Cluster

Para la Instalación de *Oracle Cluster* se necesita tener configuradas dos tipos de direcciones IP en cada equipo:

La primera es una dirección IP pública y es la dirección de red real por medio de la cual el equipo podrá conectarse en el *Cluster*.

La segunda es una dirección IP privada, ésta debe estar en un dominio de red diferente que la dirección IP pública, para lo cual se necesita tener instalada otra tarjeta de red, esta dirección servirá para realizar una conexión dedicada entre el equipo principal y el *backup* permitiendo monitorización y sonorización de información.

Además de las direcciones de red (pública y privada) durante el proceso de instalación se configurarán automáticamente en cada servidor una dirección IP

virtual, que sirve para hacer el cambio de direcciones cuando el servidor principal falle y necesite ser reemplazado.

Partiendo de esta aclaración y ya configurado el sistema operativo, es necesario realizar algunas configuraciones necesarias para la instalación de Oracle *Cluster*.

#### *a) Configuración de las direcciones de red*

Es necesario configurar el archivo de direcciones de red, como usuario root se edita el archivo *hosts*.

```
# vim /etc/hosts
```

```
192.168.0.103    n1.sri.gov.ec    n1    #pública1
192.168.0.104    n2.sri.gov.ec    n2    #pública2
10.10.3.2       n1p.sri.gov.ec   n1p    #privada1
10.10.3.1       n1p.sri.gov.ec   n2p    #privada2
192.168.0.107    n1v.sri.gov.ec   n1v    #virtual1
192.168.0.107    n1v.sri.gov.ec   n2v    #virtual2
```

#### *b) Configuración mediante SSH para las equivalencias y conectividad de de los servidores*

De la misma forma que se generó los certificado digitales en el punto [2.3.2.1.4](#), es requisito indispensable crear certificados digitales que proporcionaran las equivalencias para el usuario *oracle* en los distintos servidores del *Cluster*. Una equivalencia es el permiso que se da en este caso al usuario *oracle* para que pueda acceder de manera remota con las mismas condiciones y privilegios que al equipo local. La única diferencia es que esta vez es necesario crear certificados de tipo *rsa* y de tipo *dsa* para el usuario *oracle*.

Para la creación de certificados mediante el algoritmo de cifrado *dsa* se debe cambiar la línea donde se ubica el tipo de certificado digital (`ssh-keygen -t dsa`), todos los demás pasos son los mismos.

```
# su - oracle
contraseña
$ cd ~/.ssh
```

```
$ ssh-keygen -t dsa
```

Para comprobar las equivalencias es necesario ingresar como usuario oracle a cada uno de los servidores del *Cluster* y ejecutar los siguientes comandos:

- **Desde el Servidor principal (n1)**

```
$ ssh oracle@n2.sri.gov.ec
```

```
$ ssh oracle@n2p.sri.gov.ec
```

```
$ ssh oracle@n1.sri.gov.ec
```

```
$ ssh oracle@n1p.sri.gov.ec
```

- **Desde el Servidor *backup* (n2)**

```
$ ssh oracle@n1.sri.gov.ec
```

```
$ ssh oracle@n1p.sri.gov.ec
```

```
$ ssh oracle@n2.sri.gov.ec
```

```
$ ssh oracle@n2p.sri.gov.ec
```

*c) Configuración de los arreglos de discos compartidos*

Los discos compartidos entre los servidores del *Cluster* deben ser particionados y formateados de manera especial para que permitan el ingreso simultáneo a la base de datos, garantizando la integridad de la información.

*d) Particionamiento del disco duro compartido*

El primer paso es crear una partición primaria en el disco para después aplicar el formato adecuado para Oracle. Ingresar como root a la consola de comandos y ejecutar lo siguiente:

```
# fdisk /dev/sdb
```

```
Command (m for help): p
```

```
Disk /dev/sdb: 255 heads, 63 sectors, 4427 cylinders
```

```
Units = cylinders of 16065 * 512 bytes
```

```
Device Boot Start End Blocks Id System
```

```
Command (m for help): n
```

```
Command action
```

```
e extended
```

*p* primary partition (1-4):**p**

Partition number (1-4): **1**

First cylinder (1-4427, default 1):

**Using default value 1**

Last cylinder or +size or +sizeM or +sizeK (1-4427, default 4427):

**Using default value 4427**

Command (m for help): **w**

```
# fdisk -l /dev/sdb
```

Utilizando el comando *fdisk* se puede particionar fácilmente el disco duro, después de ejecutar el comando *fdisk*, se ingresa la opción **p** para ver los detalles del disco, a continuación la opción **n** para crear una nueva partición, una vez más se debe ingresar **p** para definir una partición de tipo primaria. Se usa los valores por defecto para usar todo el disco, se graba el particionamiento con la opción **w**, y por último verificamos que se haya creado correctamente la partición con `# fdisk -l /dev/sdb`.

#### *e) Formatear los discos mediante OCFS2*

El formato OCFS2 (*Oracle Cluster File System*) es un formato creado por Oracle para el manejo de discos en el *Cluster* de servidores. Para colocar este formato en el disco se debe realizar algunos pasos previos como son:

- Instalación de OCFS2
- Configuración de los nodos
- Crear un punto de montaje para el arreglo de discos
- Formatear la partición creada
- Montar la partición al punto de montaje establecido
- Creación de directorios compartidos para Oracle

#### *f) Instalación de OCFS2*

El primer paso es descargar los paquetes para OCFS2 en la página oficial de RPM.

- *ocfs2console*
- *ocfs2-tools*



- *ocfs2-[versión]ELsmp*

ocfs2console permite la administración de los nodos o servidores del cluster mediante una consola gráfica muy sencilla de utilizar, mientras que ocfs2-tools proporciona las herramientas necesarias para agregar nodos y habilitar el servicio.

Con los paquetes descargados y copiados en el archivo temporal, se inicia la instalación; se ingresa a la consola de comandos como usuario root y se ejecuta las siguientes instrucciones:

```
# rpm -ivh ocfs2console-1.0.3-1.i386.rpm \  
ocfs2-tools-1.0.3-1.i386.rpm \  
ocfs2-2.6.9-22.ELsmp-1.0.7-1.i686.rpm
```

Con los componentes instalados, el siguiente paso es agregar los nodos la *cluster*.

#### *g) Configuración de los nodos*

Mediante la consola de ocfs2 se realiza la agregación de los nodos al *cluster* de la siguiente manera:

```
# ocfs2console
```

Con la consola desplegada en pantalla, se selecciona las siguientes opciones:

- *Cluster* → *Configure Nodes*
- Se da clic en añadir, para ingresar cada servidor como nodo al *cluster*
- A continuación es necesario ingresar la dirección IP privada, el puerto por defecto 7777 y el nombre del equipo (*hostname*) para cada uno de los nodos.

Esta configuración solo es necesario realizarla en el servidor principal, y mediante la opción de propagación de la consola de ocfs2 (*Cluster --> Propagate*), se tendrá cargada la misma en todos los nodos del *cluster*.

Por último es necesario habilitar la configuración creada, se cierra la consola de ocfs2 y se inicia la consola de comandos, como usuario root se ejecuta lo siguiente:

```
# /etc/init.d/o2cb enable
```

```
Starting cluster ocfs2: OK
```

El *Cluster* está habilitado con los nodos que fueron agregados mediante la consola de ocfs2.

El siguiente paso es crear los puntos de montaje para el arreglo de discos.

#### *h) Crear un punto de montaje para el arreglo de discos*

Ingresando como root en la consola de comandos es necesario realizar lo siguiente:

```
# mkdir /u03
```

Mediante este comando se ha creado el directorio u03 para en el poder montar la partición formateada.

#### *i) Formatear la partición creada*

Para que los nodos del *Cluster* puedan utilizar los discos compartidos estos deben tener un formato adecuado para su uso, este formato puede ser mediante ASM o OFCFS2 en este caso debido a que ASM es más usado para sistemas con un número de nodos superior a 5, se utilizará OCFS2.

Para colocar el formato OCFS2 en la partición creada, se debe ejecutar el siguiente comando mediante el usuario root:

```
# mkfs.ocfs2 -b 4K -C 32K -N 4 -L /u03 /dev/sdc1
```

Se ha dado un formato adecuado a la partición del arreglo de discos duros, ahora solo es necesario montar esta partición en el directorio creado.

#### *j) Montar la partición al punto de montaje establecido*

Con la partición lista es necesario que cada nodo del *Cluster* monte el arreglo de discos en el punto de montaje u03; como usuario root se realiza lo siguiente:

```
# mount -t ocfs2 -L /u03 -o datavolume /u03

# mount -t ocfs2
    /dev/sdc1 on /u03 type ocfs2 (rw,_netdev,datavolume)

# df /u03
    Filesystem      1K-blocks    Used Available Use% Mounted on
    /dev/sdc1       35559840   138432 35421408  1% /u03
```

Al finalizar estos pasos se tendrá montada la partición en el directorio /u03 y con el formato requerido OCFS2 (*Oracle Cluster File System*).

Para que la partición se monte de manera automática con cada arranque del equipo es necesario modificar de la siguiente manera el archivo *fstab*.

```
# vim /etc/fstab

LABEL=/u03          /u03      ocfs2 _netdev,datavolume,nointr    0 0
```

Para finalizar la etapa de preparación para la instalación de *Oracle Cluster* se debe crear algunos directorios.

#### *k) Creación de directorios compartidos para Oracle Cluster*

Para la instalación de *Oracle Cluster*, es necesario crear dos tipos de directorios, el primero es de los archivos CRS y el segundo de los archivos para la base de datos. Como usuario root se ejecuta lo siguiente en la consola de comandos:

#### **Archivos CRS**

```
# mkdir /u03/oracrs
# chown oracle:oinstall /u03/oracrs
# chmod 775 /u03/oracrs
```

#### **Archivos para la Base de Datos**

```
# mkdir /u03/oradata
# chown oracle:oinstall /u03/oradata
# chmod 775 /u03/oradata
```

Se ha creado y dado permisos al usuario Oracle para que pueda manipular estos directorios.

Con estos pasos previos es posible empezar propiamente la instalación de Oracle *Cluster* mediante la interfaz gráfica.

### *l) Instalación de Oracle Cluster mediante la interfaz gráfica OUI (Oracle Universal Interface)*

Para una óptima instalación es necesario seguir los siguientes pasos:

- Descomprimos el instalador del *Oracle Clusterware* y del *Oracle Data Base* en la carpeta temporal mediante el siguiente comando

```
# gunzip -dc 10201_clusterware_linux_x86_64.cpio | -idv
```

```
# gunzip -dc 10201_database_linux_x86_64.cpio | -idv
```

Después de aplicar el comando para la descompresión se tiene el directorio *clusterware* dentro del directorio temporal de instalación en la carpeta *Oracle\_Linux*. (/tmp/install/Oracle\_Linux.)

- El siguiente paso es verificar el funcionamiento de los nodos mediante el utilitario *cluvfy* que se encuentra dentro del directorio de instalación del *clusterware*, para lo cual se ingresa con el usuario *oracle* y se ejecuta los pasos del punto [2.3.2.2.2](#) y a continuación la siguiente instrucción:

```
$ /tmp/install/Oracle_Linux/clusterware/cluvfy./runcluvfy.sh stage -pre  
crsinst -n n1.sri.ad,n2.sri.ad -r 10gR1 -verbose
```

```

[oracle@n1p .ssh]$ /tmp/Oracle_Linux/clusterware/cluvfy./runcluvfy.sh stage -pre crsinst -n n1p.sri.net,n2p.sri.net -r 10gR1 -verbose
Realizando comprobaciones anteriores de configuración servicios de cluster

Comprobando accesibilidad de nodos...

Comprobar: Accesibilidad de nodos del nodo "n1p"
Nombre de Nodo      ¿Accesible?
-----
n1p                  sí
n2p                  sí
Resultado: Comprobación de accesibilidad de nodos del nodo "n1p" correcta.

Comprobando equivalencia de usuarios...

Comprobar: Equivalencia de usuarios para el usuario "oracle"
Nombre de Nodo      Comentario
-----
n1p                  correcto
n2p                  correcto
Resultado: Comprobación de equivalencia de usuarios para el usuario "oracle" correcta.

Comprobando privilegios administrativos...

Comprobar: Existencia de usuario "oracle"
Nombre de Nodo  Usuario Existente  Comentario
-----
n1p             sí                correcto
n2p             sí                correcto
Resultado: Comprobación de existencia de usuarios para "oracle" correcta.

Comprobar: Existencia de grupo "oinstall"
Nombre de Nodo  Estado      Identificador de Grupo
-----
n1p             existe      501
n2p             existe      501
Resultado: Comprobación de existencia de grupos para "oinstall" correcta.

Comprobar: Miembro de usuario "oracle" en el grupo "oinstall" [como Primario]
Nombre de Nodo  Usuario Existente  Grupo Existente  Usuario en Grupo  Primario  Comentario
-----
n1p             sí                sí                sí                sí        correcto
n2p             sí                sí                sí                sí        correcto
Resultado: Comprobación de miembro para usuario "oracle" en el grupo "oinstall" [como Primario] correcta.

```

Figura 2.12 Revisión previa mediante cluvfy para *Oracle Cluster*

En la figura 2.11 se observa el proceso de verificación que realiza la herramienta *cluvfy* para verificar los prerequisites de instalación para *Oracle Cluster*.

Al terminar se indicará si la conexión y las equivalencias entre los nodos fueron correctas, de ser es posible iniciar la instalación mediante el OUI, caso contrario se debe corregir las fallas.

- Para iniciar con la instalación es requisito obligatorio ingresar como usuario root y activar el ingreso a los usuarios desde cualquier punto por medio del siguiente comando:

```
# xhost +
```

La instalación de *Oracle Clusterware* mediante OUI, se la debe ejecutar en la misma consola de comandos en la que se ejecutó el comando de verificación de prerequisites, el comando a ejecutar es el siguiente:

```
$/tmp/install/Oracle_Linux/clusterware./runInstaller
```

Ejecutado este comando iniciará la interfaz OUI para la instalación de *Oracle Clusterware*.



Figura 2.13 Interfaz OUI para instalación de Oracle Data Base

Para una instalación exitosa se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se debe tener claros los nombres colocados en el archivo `/etc/hosts` para cada uno de los nodos
- El nombre del *Cluster* será `crs`
- El path de instalación para Oracle Clusterware es: `/u01/app/oracle/product/crs`.
- La red pública es la 192.168.0.0 y la privada es la 10.0.0.0
- La ubicación del Registro del Cluster para la redundancia externa es OCR es: `/u03/oracrs/ocr.crs`
- La ubicación de Voting disk para redundancia externa es: `/u03/oracrs/vote.crs`
- Al finalizar la instalación se pedirá la ejecución de un comando como usuario `root` en todos los nodos.

- Para verificar la correcta instalación se debe ejecutar el siguiente comando como usuario oracle:

```
$ /u01/app/oracle/product/crs/bin/olsnodes
```

```
n1  
n2
```

Si el resultado muestra el nombre de los nodos quiere decir que la instalación fue exitosa.

#### *2.3.2.2.3 Instalación y configuración de la Base de Datos en RAC (Real Application Cluster)*

Para la instalación de la base de datos, ya no es necesario realizar ninguna verificación ni instalación previa, mediante la interfaz gráfica OUI, se realiza todo el proceso de manera sencilla.

En la misma consola de instalación de Oracle Cluster se ejecuta la siguiente instrucción:

```
$/tmp/install/Oracle_Linux/database/./runInstaller
```

Para realizar la instalación de manera correcta mediante la interfaz de OUI se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- Seleccionar el tipo de instalación *Enterprise Edition*
- Especificar los detalles del directorio base

Name: OraDb10g\_home1

Path: /u01/app/oracle/product/10.2.0/db\_1

- Especificar la instalación tipo *Cluster*
- Se ejecutará una revisión de los requisitos previos
- Crear la base de datos
- Definir las configuraciones específicas para la base de datos como el id y la codificación de los caracteres (UTF8-para Moodle)
- Ir a la opción de administración de la base de datos y seleccionar File System

- Especificar la ubicación del archivo de instalación de la base de datos:  
/u03/oradata/moodledata
- Definir las contraseñas para los esquemas de la base de datos
- Se presentará un listado de los productos a instalar, se da clic en *install* y empezará la instalación.
- Al finalizar la instalación la base de datos estará lista para ser usada como RAC.

### 2.3.2.3 LMS

Con el servidor web y la base de datos instalados y configurados, la instalación de Moodle es bastante sencilla. Después de descargar y descomprimir los archivos de instalación, se debe realizar una verificación de prerequisites y a continuación su instalación vía web.

#### 2.3.2.3.1 Verificación de requisitos previos

Previo a la instalación, es necesario realizar una verificación de los siguientes puntos conectado como usuario root mediante la consola de comandos.

##### a. Archivos de Instalación

Ubicamos la versión descargada de la página oficial de Moodle para Linux (1.9.4+) en el directorio /var/www/html y creamos los archivos necesarios para la instalación:

```
# cd /var/www/html  
  
# tar zxvf /usr/src/redhat/moodle+oracle-<versión>.[tgz|tar.gz]  
  
# cd /var/www  
  
# mkdir moodledata  
  
# chown -R apache.apache moodledata  
  
# ln -s moodledata virtualdata  
  
# cd /var/www/html
```



```
# ln -s moodle/ virtualcef
```

*b. Configurar directivas adicionales en el servidor web*

Se habilita que el puerto de escucha para el servidor web sea el 80, se define el nombre del servidor (DNS – IP virtual) a utilizar y se añade la directiva PathInfo, en el archivo de configuración de apache (httpd.conf).

```
# cd /etc/httpd/conf
```

```
# vi httpd.conf
```

```
Listen 80
```

```
ServerName cef.sri.gov.ec:80
```

```
AcceptPathInfo on (se añade final del archivo)
```

*c. Verificar el estado de las directivas de php de PHP*

Esto se puede realizar vía web mediante la administración que proporciona Zen Core o a su vez editando el archivo de configuración de PHP (php.ini)

- *magic\_quotes\_gpc 1*
- *magic\_quotes\_runtime 0*
- *file\_uploads 1*
- *session.auto\_start*
- *0session.bug\_compat\_warn*

*d. Verificar y habilitar librerías de PHP*

Como en el punto [2.3.2.1.2](#), se verifica vía web que estén habilitadas las siguientes librerías de PHP:

- *php\_ctype.dll*
- *php\_curl.dll*
- *php\_dba.dll*
- *php\_iconv.dll*
- *php\_gd2.dll*
- *php\_mbstring.dll*
- *php\_openssl.dll*

- *php\_pdo.dll*
- *php\_tokenizer.dll*
- *php\_xmlrpc.dll*

Si las librerías no se encuentran habilitadas, mediante la administración web que brinda Zend Core figura 2.13, se procede a activar las mismas.



Figura 2.14 Administración web de Zend Core for Oracle

*e. Configurar las opciones para limitar el tamaño máximo de archivos a cargar en la plataforma*

Se puede configurar esta opción vía web mediante la administración que proporciona Zen Core o a su vez editando el archivo de configuración de PHP (php.ini)

- **Edición de archivo php.ini**

```
#vim /etc/php.ini
```

```
post_max_size = 16M
```

```
upload_max_filesize = 16M
```

- **Activación mediante la Administración web de Zend Core, figura 2.13**

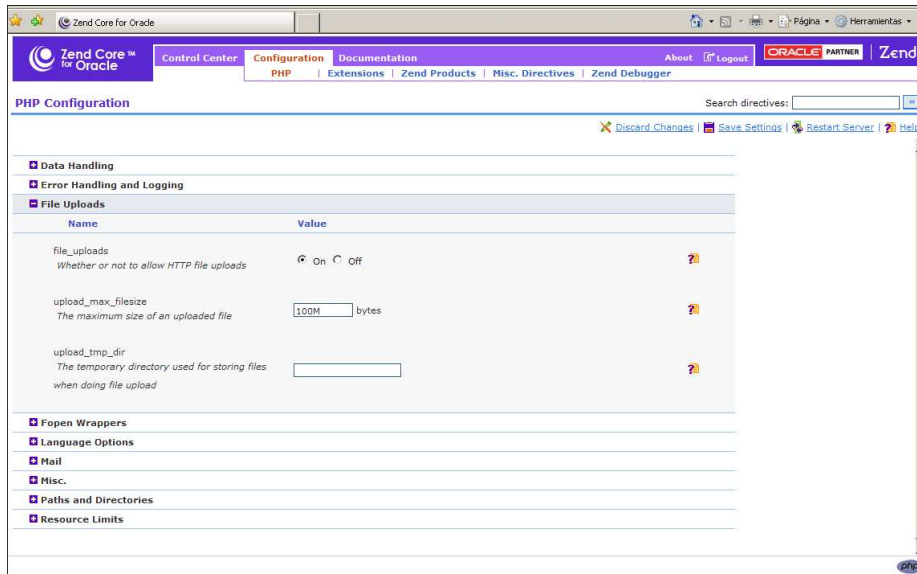


Figura 2.15 Limitación del tamaño de carga a la plataforma

Con estos prerequisites configurados, Moodle está listo para la instalación vía web.

#### 2.3.2.3.2 Instalación vía web

La instalación de Moodle se la ejecuta vía web, siguiendo los siguientes pasos:

- Se ingresa a un navegador web como Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera, entre otros y se coloca la siguiente dirección web en el URL:  
*http://nombrededominio/nombredeldirectoriodmoodle*
- Se selecciona el idioma por defecto para la instalación, en este caso Español Internacional.
- El script de instalación de Moodle verifica que los prerequisites estén instalados de manera adecuada.
- Se ubica los valores por defecto para la dirección web y directorio de datos:  
**Dirección Web:** `http://nombre_DNS_del_servidor_web/moodle`  
**Directorio de datos:** `/var/www/moodledata`
- Se configura el tipo, la ubicación y el usuario de conexión para la base de datos:  
**Tipo:** Oracle (oci8po)  
**Base de datos:** `//Dir_IP:1521/nombre_de_instancia_de_BDD`

**Usuario:** nombre\_usuario\_con\_permisos\_totales\_sobre\_la\_base\_creada

**Prefijo de Base de Datos:** \_m

- El script de instalación de Moodle verifica que las librerías de PHP estén instaladas.
- Se descarga el paquete del lenguaje seleccionado
- Se crea el archivo de configuración para Moodle mediante la consola de comandos con las instrucciones de la página web.

```
# vim /var/www/html/moodle/config.php
```

```
<?php /// Moodle Configuration File
unset($CFG);
$CFG->dbtype = 'oci8po';
$CFG->dbhost = "";
$CFG->dbname = //dir_IP:1521/nombre_de_la_instancia_de_BDD/;
$CFG->dbuser = 'usuario_administrator_de_la_BDD';
$CFG->dbpass = 'password';
$CFG->dbpersist = false;
$CFG->prefix = 'm_';

$CFG->wwwroot = 'http://nombre_DNS_del_servidor_web/moodle';

$CFG->dirroot = '/var/www/html/moodle';
$CFG->dataroot = '/var/www/moodldata';
$CFG->admin = 'admin';
$CFG->directorypermissions = 00777; // try 02777 on a server in Safe Mode
require_once("$CFG->dirroot/lib/setup.php");
?>
```

- Verificar que todos los módulos y tablas se hayan instalado correctamente y configurar el usuario administrador.

El paso final para que la plataforma esté correctamente instalada es la configuración del **cron**.

El cron es un proceso que se ejecuta de manera cronológica o temporizada, Moodle necesita ejecutar algunas tareas de este tipo, por ejemplo el envío de correos de los foros al mail de los estudiantes, el proceso de copias de seguridad temporizadas y el envío de alertas a los estudiantes.

Moodle realiza estas tareas mediante un archivo de PHP llamado ***cron.php*** y está ubicado en el directorio del administrador; para configurar de manera adecuada esta funcionalidad se debe ingresar a la consola de comandos como usuario root y ejecutar lo siguiente:

```
# crontab -e  
  
/*5 * * * * /usr/local/Zend/Core/bin/php /var/www/html/moodle/admin/cron.php
```

Mediante este comando ejecutamos el script de Moodle cada 5 minutos.

### **2.3.3 Configuración de seguridad en la autenticación**

Parte de la solución a implementar es la configuración de un mecanismo que permita proteger los nombres de usuario y contraseña enviados al momento de autenticarse en el servidor de e-learning.

Este es un punto crítico ya que al ser parte de las políticas institucionales la autenticación mediante el directorio o árbol de dominios LDAP, se tiene que proteger las contraseñas de los funcionarios para todos los aplicativos que trabajan con este servidor, por ejemplo se estarían enviando en texto plano las contraseñas del buzón de correo, del ingreso al PC, al portal de la Intranet, etc; por este motivo es imprescindible configurar un algoritmo de encriptación para la plataforma de educación virtual.

En el capítulo 1 punto 1.4, se describe el uso de certificados digitales y algoritmos de cifrado (SSL), que permiten proporcionar seguridad a un sitio web. Un certificado digital garantiza la autenticidad de ambas partes (cliente - servidor) y permite compartir información de manera encriptada.

Sin embargo la encriptación de la información provoca un consumo de recursos de procesador lo cual se traduce en pérdida de velocidad de respuesta, por esta

razón y teniendo en cuenta que la información que se comparte en un aula virtual es meramente informativa (*no estrictamente confidencial*) se ha optado por realizar la encriptación sólo en la autenticación del usuario; es decir la plataforma de educación virtual funcionará de manera mixta, mientras se realiza la autenticación la información viajará encriptada por medio del protocolo HTTPS y se hará uso del certificado digital. Al finalizar la autenticación el usuario volverá al protocolo HTTP lo que evitará que se disminuya el rendimiento.

Para poder realizar esta configuración el LMS debe soportar un mecanismo de trabajo mixto, Moodle acepta esta configuración.

Para la implementación de HTTPS en la autenticación de los usuarios de la plataforma virtual, es necesario realizar los siguientes pasos:

#### *2.3.3.1.1 Creación de los certificados digitales*

Se utilizará *openssl* para la creación de los certificados digitales; sin embargo lo recomendable es comprar los certificados digitales a una entidad autorizada.

#### *2.3.3.1.2 Instalación de Openssl*

Generalmente *Openssl* se instala por defecto en las versiones de Linux; sin embargo si no se encuentra instalado, en Red Hat mediante yum se ejecuta el siguiente comando:

```
# yum install openssl
```

#### *2.3.3.1.3 Creación de directorios*

Para crear los certificados digitales, es necesario crear los siguientes directorios:

```
# cd /etc/httpd/conf
```

```
# mkdir ssl.crt ssl.csr ssl.key
```

#### *2.3.3.1.4 Generación de certificado mediante openssl*

La generación de un certificado digital, se realiza mediante tres pasos como se detalla a continuación:

## Paso 1

Dirigirse al directorio `ssl.key` creado en el punto [2.3.3.1.2](#) y como usuario `root` ejecutar lo siguiente:

```
# openssl genrsa -des3 1024 > cef.sri.gov.ec.key201024
```

Se solicitará la clave para poder iniciar el servicio de Apache seguro, se debe ingresar una contraseña segura.

## Paso 2

Dirigirse al directorio `ssl.cr` (creado en el punto [2.3.3.1.2](#)) y ejecutar lo siguiente:

```
# openssl req -days 365 -new -key ../ssl.key/cef.sri.gov.ec.key >
cef.sri.gov.ec.csr
```

Con este comando se crea un certificado con un año de validez, a continuación se solicitará colocar información para el certificado digital:

- **Enter pass phrase:** Ingresar la misma clave del Paso 1
- **Country Name (2 letter code) [AU]:** EC
- **State or Province Name (full name):** Pichincha
- **Locality Name (eg, city):** Quito
- **Organization Name:** Servicio de Rentas Internas
- **Organizational Unit Name:** E-learning
- **Common Name:** cefvirtual
- **Email Address:** cefvirtual@sri.gov.ec
- **A challenge password []:** No se pondrá ninguna clave adicional
- **An optional company name []:** No ingresar ninguna información

## Paso 3

Dirigirse al directorio `ssl.crt` y ejecutar lo siguiente:

```
# openssl req -days 365 -x509 -key ../ssl.key/cef.sri.gov.ec.key -in
../ssl.csr/cef.sri.gov.ec.csr > cef.sri.gov.ec.crt
```

---

<sup>20</sup> cef.sri.gov.ec: Nombre del certificado digital

A continuación se pedirá la clave que se ingresó en el primer paso.

Al finalizar la ejecución de estos tres pasos se tendrá creado y listo para utilizar el certificado digital denominado: **cef.sri.gov.ec**

### 2.3.3.2 Configuración de los archivos `httpd.conf` y `ssl.conf` para el uso de los certificados digitales

Para que el servidor web pueda usar los certificados creados es necesario modificar el archivo de configuración de apache y el archivo de configuración de SSL, bajo las siguientes consideraciones:

- Copiar los archivos generados a los directorios correspondientes en el directorio “/etc/httpd/conf”:

```
# cp localhost.key /etc/httpd/conf/ssl.key
```

```
# cp localhost.crt /etc/httpd/conf/ssl.crt
```

```
# cp localhost.csr /etc/httpd/conf/ssl.csr
```

- Modificar el archivo “/etc/httpd/conf.d/ssl.conf” para ubicar las direcciones de los certificados digitales recientemente copiados.

```
# vim /etc/httpd/conf.d/ssl.conf
```

```
SSLCertificateFile /etc/hhttp/conf/ssl.crt/localhost.crt
```

```
SSLCertificateKeyFile /etc/hhttp/conf/ssl.key/localhost.key
```

```
# Server Certificate:
# Point SSLCertificateFile at a PEM encoded certificate.  If
# the certificate is encrypted, then you will be prompted for a
# pass phrase.  Note that a kill -HUP will prompt again.  A new
# certificate can be generated using the genkey(1) command.
#SSLCertificateFile /etc/pki/tls/certs/localhost.crt
SSLCertificateFile /etc/httpd/conf/ssl.crt/localhost.crt

# Server Private Key:
# If the key is not combined with the certificate, use this
# directive to point at the key file.  Keep in mind that if
# you've both a RSA and a DSA private key you can configure
# both in parallel (to also allow the use of DSA ciphers, etc.)
#SSLCertificateKeyFile /etc/pki/tls/private/localhost.key
SSLCertificateKeyFile /etc/httpd/conf/ssl.key/localhost.key
```

Figura 2.16 Archivo `ssl.conf` modificado



### 2.3.3.3 Hosting Virtual a nivel del servidor web (Apache)

El objetivo del Hosting Virtual es permitir conexiones por medio de http y de https, al mismo tiempo.

#### 2.3.3.3.1 Hosting Virtual HTTPS

Para habilitar *hosting* Virtual en el servicio HTTPS (puerto 443) es necesario editar el archivo `ssl.conf` del directorio `/etc/http/conf.d` con los siguientes parámetros:

- Descomentar la opción de escucha por el puerto 443.
- Aumentar el nombre de dominio del servidor virtual y el puerto de escucha.
- Colocar el nombre de dominio o la dirección IP de servidor, y el puerto de escucha.
- Descomentar la línea del DocumentRoot, y verificar que sea la dirección por defecto de la instancia de Moodle.
- Descomentar la línea del ServerName, colocar el nombre de dominio o la dirección IP del servidor y el puerto de escucha.

El resultado de realizar esta configuración se muestra en la figura 2.16.

```
NameVirtualHost cefpruebas.sri.gov.ec:443  
  
<VirtualHost cefpruebas.sri.gov.ec:443>  
DocumentRoot: "/var/www/html"  
ServerName cefpruebas.sri.gov.ec:443  
</VirtualHost>
```

Figura 2.17 Hosting Virtual HTTPS

Se ha conseguido virtualizar el servidor para HTTPS; a continuación es necesario virtualizar el servidor para http.

#### 2.3.3.3.2 Hosting Virtual HTTP

Para habilitar *hosting* Virtual en el servicio HTTP es necesario editar el archivo `httpd.conf` del directorio `/etc/http/conf/` de la siguiente manera:

- Descomentar la opción de escucha por el puerto 80.

- Aumentar el nombre de dominio del servidor virtual y el puerto de escucha.
- Colocar el nombre de dominio o la dirección IP de servidor, y el puerto de escucha.
- Descomentar la línea del DocumentRoot, y verificar que sea la dirección por defecto de la instancia de Moodle.
- Descomentar la línea del ServerName y colocar el nombre de dominio o la dirección IP del servidor, y el puerto de escucha.

```

NameVirtualHost cefpruebas.sri.gov.ec:80

<VirtualHost cefpruebas.sri.gov.ec:80>
DocumentRoot "/var/www/html"
ServerName cefpruebas.sri.gov.ec:80
</VirtualHost>

```

Figura 2.18 Hosting Virtual HTTP

Se ha conseguido virtualizar los dos puertos, ahora se podrá acceder por cualquiera de las dos formas a la plataforma virtual.

Para que los cambios surtan efecto, es necesario reiniciar el servicio del apache y habilitarlo en encendido durante el reinicio del sistema:

```

# service httpd restart

# chkconfig -- levels 2345 httpd on

```

Al reiniciar el servicio del apache se pedirá la contraseña de creación del certificado digital.

#### 2.3.3.4 Configuración de la plataforma virtual para usar autenticación segura

Para finalizar es necesario configurar la plataforma virtual para que trabaje con este mecanismo.

Por medio de un usuario Administrador de Moodle se debe activar la opción de autenticación basada en HTTPS, figura 2.18, de la siguiente manera:

- Ingresar a la plataforma virtual y dirigirse al bloque de Administración
- Seleccionar la opción de **Seguridad**

- Dar clic en **Seguridad HTTP** y
- Activar la opción de: **Usar HTTPS para accesos**

Para finalizar se da clic en **Guardar cambios**.



Figura 2.19 Configuración de autenticación segura para Moodle

Después de las configuraciones realizadas, la plataforma de educación virtual dispone de una configuración segura y de alta disponibilidad.

## CAPITULO 3: DESARROLLO DEL PROTOTIPO

### 3.1 PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN DE LA PLATAFORMA VIRTUAL

Con la plataforma virtual instalada es indispensable realizar algunas configuraciones antes de iniciarla la creación de cursos virtuales e iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

A continuación se describe cada detalle que se debe configurar en la plataforma virtual mediante el bloque de Administración.



Figura 3.1 Bloque de Administración de Moodle

### 3.1.1 Configuración General

Al finalizar la instalación se debe configurar el perfil del Administrador general y definir la apariencia del entorno de la plataforma virtual; estas configuraciones se aplicarán a todo el sitio.

#### 3.1.1.1 Configuración del perfil para el usuario Administrador General

Al finalizar la instalación de Moodle, automáticamente se desplegará la opción para configurar el perfil del usuario *administrador*, figura 3.1; para ello se pedirán los siguientes campos obligatorios: nombre de usuario, contraseña, nombre, apellido, email, país, ciudad e idioma.

Se recomienda colocar una contraseña segura con caracteres alfanuméricos, de mínimos 6 caracteres.



Una vez configurado este usuario se recomienda por seguridad crear por lo menos dos usuarios con el perfil de Administrador, por medio de los cuales se va a manejar la plataforma virtual, esta opción incluso sirve si por cualquier motivo se llegara a extraviar la clave del Administrador General.

No es recomendable acceder con el Administrador General ya que es el único que puede eliminar a cualquier usuario y tiene control total de la plataforma.

**Administrador Educación Virtual**

[Perfil](#)
[Editar información](#)
[Mensajes](#)
[Blog](#)
[Notas](#)
[Informes de actividad](#)
[Roles](#)

**General** \* [Mostrar Avanzadas](#)

**Nombre de usuario\***   
 Nueva contraseña    Desenmascarar  
 Forzar cambio de contraseña  

**Nombre\***   
**Apellido\***   
 Dirección   
 Departamento   
 Área   
 Cargo   
 Teléfono   
 Número de Cédula   
**Correo Institucional\***   
 Mostrar correo   
 Correo activado   
 Ciudad   
 Seleccione su país

Figura 3.2 Edición del Perfil de usuario Administrador General

### 3.1.1.2 Configuración de la Portada inicial de la plataforma

El siguiente paso es personalizar la portada de la plataforma virtual, esto incluye:

- **Nombre Completo de Sitio.-** Se recomienda especificar el nombre completo del sitio virtual, este nombre se mostrará en la barra superior del navegador web. Ej. Centro de Estudios Fiscales.
- **Nombre Corto.-** Se recomienda especificar un nombre que identifique de manera al sitio virtual, es aconsejable que este no supere 5 caracteres. Ej. SRI, EPN, etc.
- **Descripción de la plataforma.-** En esta opción se recomienda especificar una breve descripción, que ilustre los fines para la creación de la plataforma virtual.

- **Elementos a mostrar en la portada.-** En esta sección se personaliza la información que se mostrará al usuario al momento de ingresar a la plataforma virtual y la información que se presentará al usuario después de autenticarse en sitio.

Entre las opciones que se puede mostrar están: noticias, listado de cursos y listado de categorías.

- **Cursos por página.-** Esta variable define el listado de cursos que se puede visualizar en una sola pantalla, si se supera este número la plataforma virtual creará automáticamente otra pantalla con opciones para poder navegar hacia estos cursos.
- **Incluir tema.-** Esta opción permite agregar una sección de descripción en la parte central de la plataforma virtual. Para editar esta sección después de su selección se debe ir a la pantalla principal del sitio.

En la figura 3.3 se muestra la pantalla para la configuración de la portada de la plataforma virtual. La mayoría de los cambios que se realicen en esta sección se verán reflejados en la parte central de la pantalla principal.





Figura 3.4 Agregar bloques en la portada

### 3.1.2 Autenticación

Definida la portada del sitio, el próximo paso es configurar la autenticación de los usuarios; es decir definir la manera en la que los usuarios ingresarán al sitio (*usuario y contraseña*).

Moodle permite tener varios tipos de autenticación, entre los más usados se encuentran:

- Manual
- Email
- LDAP
- IMAP
- POP3

No es objetivo de este proyecto centrarse en cada una de ellas por lo que se va detallar las tres primeras.

#### 3.1.2.1 Manual

La autenticación manual es la que se configura por defecto después de la instalación de la plataforma, consiste en la creación por parte del Administrador, de los usuarios y contraseñas de todos los integrantes del sitio; teniendo en cuenta parámetros como nombres y apellidos, cédula de identidad, área a la que pertenece cada persona, etc.



### 3.1.2.2 Basada en Email

En este tipo de autenticación el administrador permite a cada usuario la creación de su propia cuenta de manera personal, tal y como se trabaja en la mayoría de sitios y portales como FaceBook, Hotmail Yahoo, etc,

El requisito fundamental para este tipo de autenticación es configurar y habilitar la opción de **Servidor de Email**, lo que permitirá a la plataforma virtual enviar un mail de confirmación de solicitud al participante que solicitó el registro.

### 3.1.2.3 LDAP

Este tipo de autenticación permite a la plataforma virtual conectarse a un Servidor de Dominios "LDAP", en este servidor se almacena información de cada usuario a manera de un árbol jerárquico, basándose en la estructura organizacional de la empresa o institución, figura 3.5.

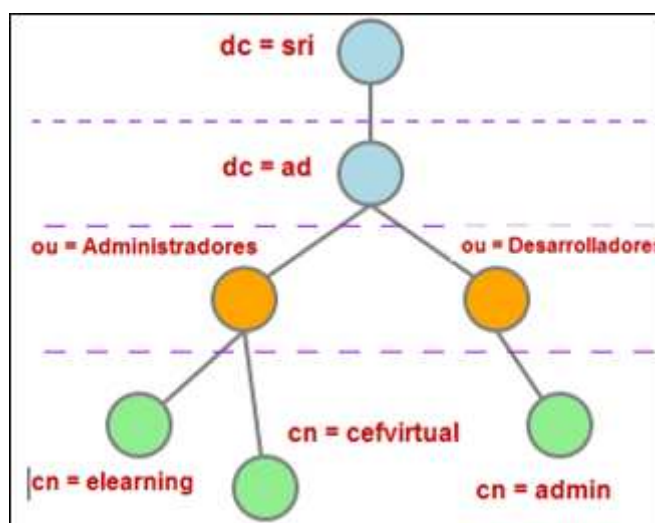


Figura 3.5 Ejemplo de árbol LDAP

Mediante la conexión a este servidor, la plataforma virtual obtiene: nombres de usuario, contraseñas, nombres y apellidos, área, cargo, etc. de cada participante.

El funcionamiento es sencillo, cuando un participante envía su nombre de usuario y contraseña, la plataforma virtual toma esos datos y se conecta al servidor de LDAP para validarlos, si la información ingresada (usuario y contraseña)

es válida, permite el acceso al participante; la figura 3.6 muestra gráficamente el proceso de autenticación mediante LDAP.

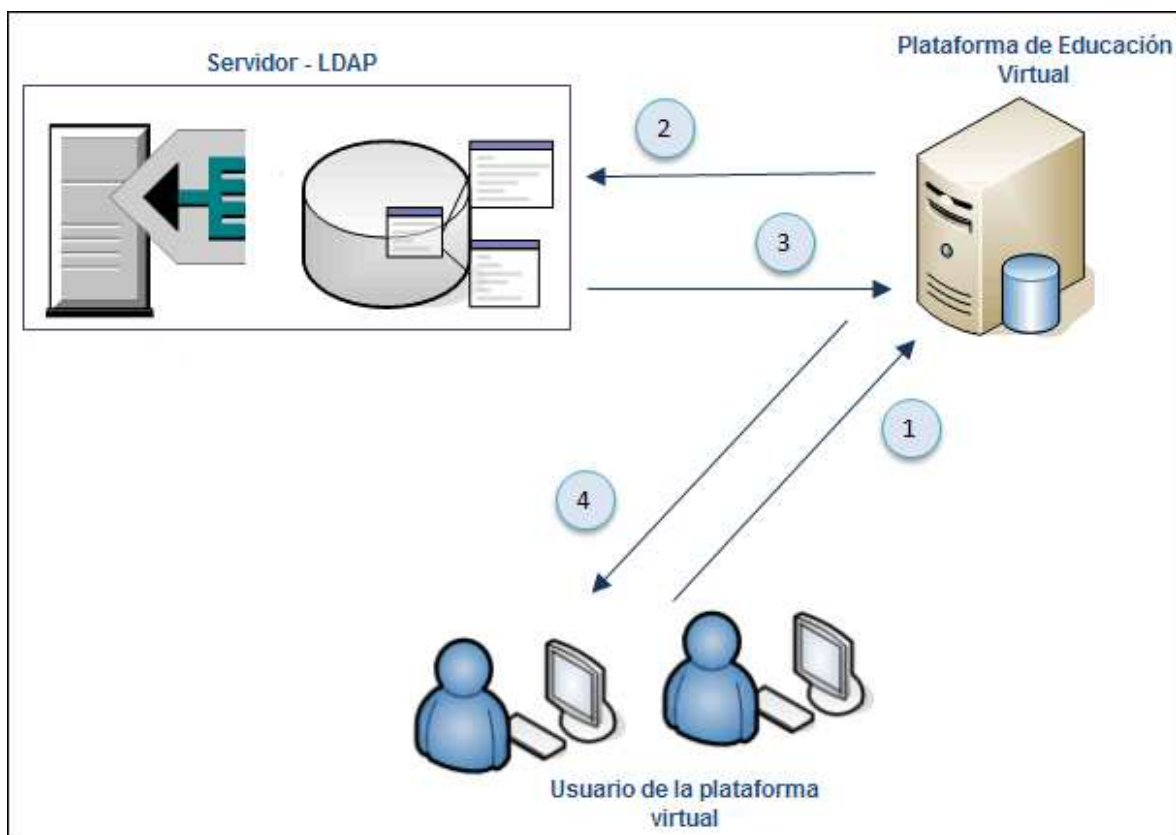


Figura 3.6 Método de autenticación LDAP

Los requisitos necesarios para que la plataforma de e-learning se conecte con el servidor LDAP son:

- Dirección IP del servidor LDAP
- Codificación para manejar la información
- Usuario que pertenezca al directorio LDAP, con permisos de lectura de las demás cuentas de usuario. Se debe desglosar todo el nombre hasta llegar al CN (*Comun Name*) del usuario asignado.  
Ejemplo: CN=Adminvirtual, OU=Administradores, DC=EPN, DC=Redes
- Contraseña del usuario de lectura asignado.
- Tipo de Servidor LDAP: MS ActiveDirectory, Novell o Samba.
- Establecer el Contexto: Es el lugar del directorio del LDAP desde donde se realizará la búsqueda de usuarios. Ejemplo: OU=EPN, DC=Redes

Asignados estos valores, es necesario realizar el mapeo de datos, es decir igualar los nombres de los campos de usuario de Moodle, con los nombres que se usan en el directorio LDAP; en la tabla 3.1 se muestra un ejemplo.

Campo plataforma e-learning	Campo Directorio LDAP
Usuario	username
Nombre	givenname
Apellido	lname
Correo	mail

Tabla 3.1 Mapeo de Datos Moodle - LDAP

### 3.1.3 Agregar campos de perfil de usuario

Moodle permite aumentar campos en el perfil del usuario, que son configurados y personalizados por el administrador.

Por ejemplo si una Institución X en su plataforma virtual necesita mostrar en la descripción de cada participante el cargo que ocupa jerárquicamente dentro de ésta; se deberá añadir este campo (cargo) desde el panel de administración, en la figura 3.7 se visualiza la pantalla para agregar un nuevo campo.

Si se usa LDAP como mecanismo de autenticación los campos que se añadan al perfil del usuario no se mostrarán automáticamente en la pantalla de mapeo de datos, lo que hace necesario modificar el código fuente de Moodle para lograr este objetivo, con el conocimiento de HTML y PHP se debe modificar el archivo config.html ubicado en /var/www/html/moodle/auth/cas/config.html, para asignar el campo creado.

Figura 3.7 Agregación de campos de perfil de usuario

### 3.1.4 Configuración de Permisos

Por medio de la Administración del Sitio, se puede gestionar los permisos que se asigna a un participante dentro de la plataforma virtual, dependiendo del permiso, el usuario tendrá acceso a cierto tipo de información.

La asignación de permisos se la realiza por medio de roles. Un rol representa una función específica que debe tener un grupo de usuarios para interactuar en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Moodle define roles por defecto que se crean automáticamente en la instalación del LMS, entre los más utilizados están: Administrador, Creador de curso, Estudiante, Profesor e Invitado.

También es posible crear nuevos roles de acuerdo a los requerimientos institucionales, por ejemplo se puede crear un rol coordinador que al igual que el rol de profesor, podrá acceder a un curso y revisar las participaciones de los estudiantes, pero con la diferencia de que no podrá emitir calificaciones.

Se puede asignar roles por curso y roles generales dentro de la plataforma virtual; por consiguiente un usuario puede tener distintos tipos de roles de acuerdo al curso virtual al que ingrese, es decir puede ser alumno en el curso A y tener rol de tutor en el curso B.

La definición y creación de roles se la realiza tomando en cuenta, los siguientes parámetros:

- Núcleo del Sistema
- Informes
- Usuario
- Cursos
  - Categorías
  - Informes
  - Calificaciones
- Actividades
- Bloques

Todos los roles se crean bajo estos parámetros, donde se especifican distintas tareas, cada tarea de acuerdo al rol tiene activa una de las siguientes opciones: permitir, prevenir, prohibir. En la figura 3.8 se puede observar los permisos que se tienen en el rol de invitado para el Núcleo del Sistema.

Nombre: Invitado				
Nombre corto: guest				
Descripción: Los invitados tienen privilegios mínimos y normalmente no están autorizados para escribir.				
Habilidad	Permisos 🗑️			
	No ajustado	Permitir	Prevenir	Prohibir
<b>Núcleo del sistema</b>				
Crear nuevas entradas de blog <small>moodle/blog:create</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Request new courses <small>moodle/course:request</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestionar bloques de página myMoodle <small>moodle/my/manageblocks</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Configurar tipos de pregunta <small>moodle/question:config</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Crear y gestionar roles <small>moodle/role:manage</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aprobar la creación de cursos <small>moodle/site:approvecourse</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cambiar configuración del sitio <small>moodle/site:config</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Permiso para todo <small>moodle/site:doanything</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Personalizar traducción local <small>moodle/site:langeditlocal</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Editar paquetes de idioma maestros <small>moodle/site:langeditmaster</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ir a un Moodle remoto <small>moodle/site:mnetlogintoremote</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leer todos los mensajes del sitio <small>moodle/site:readallmessages</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Enviar mensajes a cualquier usuario <small>moodle/site:sendmessage</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Subir nuevos usuarios desde un archivo <small>moodle/site:uploadusers</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ver a los participantes <small>moodle/site:viewparticipants</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Crear nuevas marcas <small>moodle/tag:create</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Editar marcas existentes <small>moodle/tag:edit</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Editar bloques en páginas de margas <small>moodle/tag:editblocks</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestionar todas las marcas <small>moodle/tag:manage</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cambiar la contraseña propia <small>moodle/user:changeownpassword</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Crear usuarios <small>moodle/user:create</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eliminar usuarios <small>moodle/user:delete</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Editar el perfil de usuario propio <small>moodle/user:editownprofile</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Actualizar perfiles de usuario <small>moodle/user:update</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 3.8 Concesión de permisos para el rol de Invitado

### 3.1.5 Ajustes de Ubicación e Idioma

Es muy importante después de realizar la instalación del LMS ajustar los parámetros de ubicación e idioma, basándose en la situación geográfica donde se encuentre instalada la misma, esta configuración sirve para definir los parámetros por defecto de la plataforma virtual.

### 3.1.5.1 Ubicación

En este punto se debe definir la Zona Horaria y el país donde se encuentra ubicado geográficamente. Basándose en estos valores la plataforma realiza las actividades automáticas como copias de seguridad, alertas, notificaciones y envío de mensaje a los participantes.

### 3.1.5.2 Idioma

Es necesario definir el idioma a utilizar por defecto en la plataforma virtual, así como descargar los paquetes de idioma que se podrían utilizar en un futuro. Se recomienda tener habilitado el idioma español por defecto y descargado el paquete de idioma Inglés. Debido a que no todas las actividades poseen la configuración de los paneles de ayuda en español, esta opción permitirá que la ayuda se presente en inglés, evitando mensajes de error. La configuración del idioma se encuentra en el bloque **Administración**, en **Idioma/Ajustes de Idioma**.

Es posible modificar el código fuente de Moodle para personalizar las ayudas de diferentes recursos y adaptarlas a los requerimientos solicitados. Esta configuración se encuentra en el bloque **Administración**, en **Idioma/Edición del Idioma**.

## 3.1.6 Módulos

Como se observó en el Capítulo 2 en el punto [2.2.1.3](#) la estructura de Moodle es modular; es decir está basada en un conjunto de módulos, por medio de los cuales se gestionan y ejecutan los procesos de aprendizaje.

Existen tres tipos de módulos que se emplean en la plataforma de educación virtual. A continuación se describe cada tipo de módulo.

### 3.1.6.1 Actividades

Este tipo de módulo define los diferentes tipos de recursos que dispone un participante dentro de un curso virtual y por medio de los cuales interactúa con los demás participantes.

En la figura 3.8 se observa el listado de actividades que al momento se tiene instaladas en la plataforma de educación virtual del Centro de Estudios Fiscales.


















































Actividades					
Módulo	Actividades	Versión	Ocultar/Mostrar	Borrar	Configuración
 Asistencia	0	2008062701		<a href="#">Borrar</a>	
 Base de datos	0	2007101514		<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
 Certificado	0	2007042503		<a href="#">Borrar</a>	
 Chat	0	2009031100		<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
 Consulta	0	2007101509		<a href="#">Borrar</a>	
 Cuestionario	0	2007101511		<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
 Diario	0	2007101509		<a href="#">Borrar</a>	
 Encuesta	0	2007101509		<a href="#">Borrar</a>	
 Etiqueta	0	2007101510		<a href="#">Borrar</a>	
 Flash Video	0	2008101015		<a href="#">Borrar</a>	
 Foro	0	2007101512			<a href="#">Configuración</a>
 Glosario	0	2007101509		<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
 Hot Potatoes Quiz	0	2007101513		<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
 LAMS	0	2007101509		<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
 Lección	0	2008112601		<a href="#">Borrar</a>	
 Libro	0	2008081402		<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
 Recurso	0	2007101509		<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
 SCORM	0	2007110502		<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
 Selección de grupo	0	2009030500		<a href="#">Borrar</a>	
 Slideshow	0	2008110400		<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
 Taller	0	2007101509		<a href="#">Borrar</a>	
 Tarea	0	2007101511		<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
 Varios	0	2009032002		<a href="#">Borrar</a>	
 Web Class	0	2007040800		<a href="#">Borrar</a>	
 Wiki	0	2007101509		<a href="#">Borrar</a>	

Figura 3.9 Actividades instaladas en la plataforma de educación virtual del Centro de Estudios Fiscales.

### 3.1.6.2 Bloques

Los bloques definen funcionalidades que permiten al estudiante estar al día en las actividades, conocer el detalle de calificaciones e informarse de las tareas y



eventos pendientes; al tutor le proporcionan acceso a la administración del curso virtual.

En la figura 3.10 se observa los bloques que dispone la plataforma virtual.

Bloques						
Nombre	Ejemplos	Versión	Ocultar/Mostrar	Múltiples	Borrar	Configuración
Actividad reciente	0	2007101509			<a href="#">Borrar</a>	
Actividades	0	2007101509			<a href="#">Borrar</a>	
Actividades sociales	0	2007101509			<a href="#">Borrar</a>	
Administración	1	2007101509			<a href="#">Borrar</a>	
Administración del sitio	1	2007101509			<a href="#">Borrar</a>	
Asistencia	0	2008061901			<a href="#">Borrar</a>	
Buscar en los foros	0	2007101509			<a href="#">Borrar</a>	
Búsqueda global	1	2008031500			<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
Calculador de crédito	0	2007101509			<a href="#">Borrar</a>	
Calendario		2007101509			<a href="#">Borrar</a>	
Canales RSS remotos	0	2007101511		Sí (cambiar)	<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
Contact form	0	2009030400		Sí (cambiar)	<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
Cuenta Regresiva	0	2007031700			<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
Cumpleaños	0	2008041601			<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
Cursos	0	2007101509			<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
Dedicación al curso	0	2008112701			<a href="#">Borrar</a>	
Descripción del Curso/Sitio	0	2007101509			<a href="#">Borrar</a>	
Novedades	0	2007101509			<a href="#">Borrar</a>	
Personas	0	2007101509			<a href="#">Borrar</a>	
Quiz Results	0	2007101509		Sí (cambiar)	<a href="#">Borrar</a>	
Servidores de Red	0	2007101509			<a href="#">Borrar</a>	
Usuarios en línea	0	2007101510			<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>
Videoconferencia	0	2006072000			<a href="#">Borrar</a>	<a href="#">Configuración</a>

Figura 3.10 Bloques instaladas en la plataforma de educación virtual del Centro de Estudios Fiscales.



### 3.1.6.3 Filtros y Plugins

Los filtros son componentes adicionales (*plugins*) que dispone la plataforma virtual. El objetivo es incrementar funcionalidades a la plataforma dependiendo de la calidad de cursos que se estén ejecutando.

Uno de los filtros más usados que debe estar habilitado es el Plugin Multimedia, por medio de este filtro la plataforma virtual puede soportar material multimedia en los contenidos de los cursos.

### 3.1.7 Seguridad

El manejo de la seguridad a nivel de la plataforma virtual es muy importante, se debe realizar adecuadamente la configuración de esta sección con el fin de ofrecer un mayor rendimiento del sitio y control de acceso.

Existen algunos factores claves dentro de la configuración de seguridad; a continuación se describe cada factor y se explica cómo se debe realizar su configuración.

#### 3.1.7.1 Políticas del Sitio

Permite definir los lineamientos generales para todo el sitio web; en la tabla 3.2 se observa las políticas que se deben configurar, su definición y su valor recomendado.

Política de Seguridad	Descripción	Configuración recomendada
-----------------------	-------------	---------------------------

Proteger nombres de usuario	Desactiva la opción de adivinar los nombres de usuario.	Habilitada
Forzar a los usuarios a autenticarse	Al habilitar esta opción, solo se muestra la lista de cursos a usuarios autenticados, esto depende de las políticas institucionales	Depende de las políticas Institucionales
Forzar a los usuarios a autenticarse para ver los perfiles	Muestra los perfiles de usuarios solo a usuarios autenticados, lo que permite proteger la información de los participantes	Habilitada
Tamaño máximo del archivo subido	Limita el tamaño máximo que se permite para cargar un archivo en un curso.	5MB
Habilitar sistema de mensajes	Permite a los usuarios enviar mensaje a través de la plataforma.	Dependiendo las políticas institucionales.
Tiempo máximo para editar mensajes	Define el tiempo que se dará a los participantes para editar lo mensajes de los foros, antes del envío vía mail.	30 minutos
Formato de nombre completo	Define la estructura de presentación de nombres.	Definido por la institución.
Política de contraseñas	Define la estructura de las contraseñas, tamaño y caracteres específicos	Deshabilitado ya que se usa LDAP

Tabla 3.2 Políticas del Sitio

### 3.1.7.2 Seguridad HTTP

Mediante esta opción es posible habilitar el uso del protocolo HTTPS para el uso de certificados digitales que protegen la autenticación de usuario, tal como se observó en el punto [2.3.3.4](#)

### 3.1.8 Servidor

En este apartado se definen configuraciones competentes al uso adecuado del servidor y su óptimo funcionamiento.

A continuación se define cada uno de los puntos que deben ser evaluados y configurados.

#### 3.1.8.1 Email

Permite configurar la conexión de la plataforma virtual hacia el servidor de correos el cual estará encargado de enviar todos los mensajes generados en: discusiones

de los foros, mensajería interna y registros de autenticación al mail de cada participante.

El SRI dispone de un servidor de correos para configurar esta funcionalidad, además se requiere los siguientes datos:

- Dirección IP del Servidor de Correos (SMTP)
- Cuenta de correo (nombre de usuario SMTP y contraseña) con permisos de envío de mensajes a cualquier cuenta, tanto institucional como privada.
- Definición de la hora para el envío de mensajes. Se recomienda configurar esta opción con un valor entre las 2:00 a 4:00 AM para disminuir la carga del servidor de e-learning.
- Caracteres de codificación para el envío de mensajes, deben ser los mismos que se usan en el servidor de correos.

En la figura 3.11 se muestra la pantalla de configuración del Servidor Email.

**Email**

**Servidores SMTP**  Valor por defecto: Vacío  
smtpservers  
 Escriba el nombre completo de uno o más servidores SMTP locales que Moodle usará para enviar correo (e.g., 'mail.a.com' o 'mail.a.com;mail.b.com'). Si lo deja en blanco, Moodle usará el método PHP por defecto para enviar correo.

**Nombre de usuario SMTP**  Valor por defecto: Vacío  
smtpuser  
 Si antes ha especificado un servidor SMTP, y el servidor requiere autenticación, escriba aquí el nombre de usuario y la contraseña.

**Contraseña SMTP**   **Desenmascarar** Si antes ha especificado un servidor SMTP, y el servidor requiere autenticación, escriba aquí el nombre de usuario y la contraseña.  
smtppass

**Límite de sesión SMTP**  Valor por defecto: 1  
smtpmaxbulk  
 Número máximo de mensajes enviados por sesión SMTP. La agrupación de mensajes puede agilizar el envío de emails. Valores inferiores a 2 fuerzan la creación de una nueva sesión SMTP para cada email.

**Dirección 'no-reply'**  Valor por defecto: noreply@ad.fli.gov.ec  
no-reply-address  
 A veces los emails son enviados por el usuario (e.g., mensajes a un foro). La dirección email especificada aquí se usará como dirección "De" en aquellos casos en que los receptores no puedan replicar directamente al usuario (e.g., cuando un usuario elige mantener oculta su dirección).

**Hora para enviar los mensajes resumen**  Valor por defecto: 17  
digest-minute  
 Se enviará un resumen de los correos a las personas que eligen dicha opción. Este ajuste controla a qué hora del día se enviará el correo (por medio del primer cron que se ejecute después de la hora fijada).

**Conjunto de caracteres**  Valor por defecto: UTF-8  
charset  
 Todos los emails generados por su sitio se enviarán en el juego de caracteres que aquí se especifique. En cualquier caso, cada usuario individual podrá ajustar esta opción si está habilitado el siguiente ajuste.

**Permitir al usuario cambiar el conjunto de caracteres** Valor por defecto: No  
allow-charset  
 Si habilita esta opción, todos los usuarios del sitio podrán especificar su propio juego de caracteres para escribir emails.

**Caracteres de línea nueva en correo electrónico**  Valor por defecto: LF  
newline  
 Caracteres de línea nueva usados en los mensajes de correo electrónico. CRLF es necesario de acuerdo RFC 822bis; algunos servidores realizan una conversión automática desde LF a CRLF, en tanto que otros realizan una conversión incorrecta de CRLF a CRCRLF y, finalmente, otros rechazan los correos con LF vacío (qmail, por ejemplo). Intente modificar este ajuste si tiene problemas con correos sin entregar o con nuevas líneas dobles.

**Nombre del apoyo**  Valor por defecto: Bolívar Gabriel Rivasdenora Mendez  
supportname  
 Este es el nombre de una persona u otra entidad que ofrece ayuda general por medio de una dirección email o una página web.

**Email de apoyo**  Valor por defecto: support@ad.fli.gov.ec  
supportemail  
 Esta dirección email se publicará a los usuarios del sitio como aquella a la que deberán dirigirse cuando necesiten ayuda de tipo general (por ejemplo, cuando un usuario nuevo crea su propia cuenta). Si se deja en blanco, no se dispondrá de una dirección de ayuda del tipo mencionado.

**Página de apoyo**  Valor por defecto: Vacío  
supportpage  
 Esta dirección email se publicará a los usuarios del sitio como aquella a la que deberán dirigirse cuando necesiten ayuda de tipo general (por ejemplo, cuando un usuario nuevo crea su propia cuenta). Si se deja en blanco, no se suministrará el enlace correspondiente.

Figura 3.11 Pantalla de configuración del servidor Email

### 3.1.8.2 Gestión de la sesión

La configuración correcta de esta sección, evita problemas de finalización de sesión temprana (usuario sigue en la plataforma virtual pero no muestra actividad) o tardía (el usuario olvido de cerrar su sesión y esta sigue habilitada), entendiéndose como sesión a la conexión existente entre el usuario y la plataforma virtual por medio de un navegador web.

El primer parámetro que se debe configurar se denomina **Tiempo Límite** e indica el tiempo en minutos después del cual se cerrará de manera automática la sesión establecida por el usuario en caso de inactividad. Se recomienda que el tiempo no supere los 45 ni disminuya de los 30 minutos, debido a que un usuario podría estar leyendo un documento sin realizar ningún tipo de interacción, en este caso su sesión no debería expirar; el caso opuesto se da si un usuario olvidó de finalizar su sesión y se retira del PC, en este caso es necesario que la sesión finalice de manera automática por seguridad para evitar que otro usuario acceda a su información.

El segundo parámetro a configurar es el **Prefijo de cookie**, utilizado para diferenciar las sesiones establecidas por el usuario a distintos sitios web, se debe configurar de manera obligatoria este campo si se tiene otra instancia de Moodle corriendo en el mismo servidor. Este parámetro evita que el navegador web confunda las sesiones generadas en diferentes sitios; se puede colocar cualquier valor, pero se recomienda colocar un prefijo que haga referencia al sitio web, por si es necesario revisar las cookies en un futuro.

En la figura 3.112 se muestra la pantalla de configuración de la Gestión de la Sesión.

Gestión de la sesión	
Usar la base de datos para información de la sesión <small>dbsessions</small>	<input type="checkbox"/> Valor por defecto: No Si elige esta opción, se usará la base de datos para almacenar información sobre las sesiones actuales. Esto es especialmente útil para sitios grandes u ocupados construidos sobre racimos ('clusters') de servidores. En la mayoría de los casos debería dejarse en blanco de modo que se use en su lugar el disco del servidor. Note que la modificación de este ajuste desconectará a todos los usuarios, incluido usted.
Tiempo límite <small>sessiontimeout</small>	<input type="text" value="45 minutos"/> Valor por defecto: 2 horas Si los usuarios conectados al sitio están inactivos durante mucho tiempo (i.e., sin cargar páginas), serán desconectados automáticamente (i.e., terminará la sesión). Esta variable especifica el tiempo de inactividad antes de la desconexión.
Prefijo de cookie <small>sessioncookie</small>	<input type="text" value="localcef"/> Valor por defecto: Vacío Esta opción personaliza el nombre de la cookie usada para las sesiones de Moodle. Es opcional, y resulta útil únicamente para evitar que las cookies se confundan cuando hay más de una copia de Moodle ejecutándose en el mismo sitio web.
Ruta de cookie <small>sessioncookiepath</small>	<input type="text" value="/"/> Valor por defecto: / Si necesita cambiar el lugar al que los navegadores envían las cookies de Moodle, puede cambiar esta opción para especificar un subdirectorio de su sitio web. En otro caso, funcionará bien el '/' por defecto.

Figura 3.12 Pantalla de configuración de la Sesión

### 3.1.8.3 Entorno

Esta opción muestra el entorno actual de la instalación de la plataforma virtual, como se indica en la figura 3.13

**Entorno**

Compruebe si su servidor se ajusta a los requerimientos de instalación actuales y futuros.

Versión de Moodle

**Comprobaciones del Servidor**

Nombre	Información	Informe	Estado
moodle		versión 1.0 es obligatoria y está ejecutando 1.9.4	OK
unicode		es obligatorio que esté instalado/activado	OK
database	oracle	versión 9.0 es obligatoria y está ejecutando 10.2.0.3.0	OK
php		versión 4.3.0 es obligatoria y está ejecutando 5.2.5	OK
php_extension	iconv	es recomendable que esté instalado/activado	OK
php_extension	mbstring	es recomendable que esté instalado/activado	OK
php_extension	curl	es recomendable que esté instalado/activado	OK
php_extension	openssl	es recomendable que esté instalado/activado	OK
php_extension	tokenizer	es recomendable que esté instalado/activado	OK
php_extension	xmlrpc	es recomendable que esté instalado/activado	OK
php_extension	ctype	es recomendable que esté instalado/activado	OK

Figura 3.13 Entorno de Instalación de la plataforma virtual

### 3.1.9 Informes

Mediante los registros de la plataforma se puede realizar seguimiento a los participantes, por fecha, por curso, y por actividad, como se muestra en la figura 3.14.

**Encuentro de Tutores "El Registro Único de Contribuyentes": Bolívar Gabriel Rivadeneira Mendez, Todos los días (UTC-5)**

Encuentro de Tutores "El Registro Único de Contribuyentes"

Bolívar Gabriel Rivadeneira Mendez

Mostrando 32 registros  
Página: (Anterior) 1 2

Fecha	Dirección IP	Nombre completo	Acción	Información	Dirección	Departamento	Area
jue 28 de enero de 2010, 12:30	10.10.3.229	Bolívar Gabriel Rivadeneira Mendez	<a href="#">course view</a>	Encuentro de Tutores "El Registro Único de Contribuyentes"	GarcíaMoreno y Sucre	Formación Tributaria y Fiscal	Dirección Nacional
jue 28 de enero de 2010, 12:29	10.10.3.229	Bolívar Gabriel Rivadeneira Mendez	<a href="#">forum view</a> <a href="#">discussion</a>	Nota en Identificación RUC	GarcíaMoreno y Sucre	Formación Tributaria y Fiscal	Dirección Nacional
jue 28 de enero de 2010, 12:29	10.10.3.229	Bolívar Gabriel Rivadeneira Mendez	<a href="#">forum view</a> <a href="#">forum</a>	Foro: El día a día de la Tutoría.	GarcíaMoreno y Sucre	Formación Tributaria y Fiscal	Dirección Nacional

Figura 3.14 Registros de Actividades

Como se observa, se puede determinar cada acción que realiza un participante en un tiempo determinado y desde donde la realiza (dirección IP).

Estos registros facilitan dar un seguimiento eficiente a los participantes y evitan que el alumno pueda engañar al tutor argumentando cosas como: *“si ingrese pero la tarea estaba cerrada”* o *“si subí mi deber pero no se cargó”*, etc.

## 3.2 PARAMETROS DE CONFIGURACIÓN DE UN CURSO VIRTUAL

Para la creación de un curso virtual, es necesario definir mediante la administración de la plataforma, parámetros de configuración general como la estructura de los cursos virtuales y la configuración de las copias de seguridad; además de estos parámetros, una vez creado el curso virtual se deben realizar ajustes de seguridad y accesibilidad para los usuarios finales.

### 3.2.1 Parámetros de configuración General

Dentro de los parámetros generales se configuran las opciones mostradas en la tabla 3.3.

Parámetro	Descripción	Configuración recomendada
Formato	Define la estructura central del curso virtual, se tiene las siguientes opciones: - Por Temas - Semanal - SCORM	Si se tiene una programación fija por semana se recomienda usar <b>Semanal</b> , en este caso se mostrará etiquetas con fechas de inicio y fin de cada bloque; caso contrario se debe utilizar la configuración <b>Por temas</b> , que permite personalizar las etiquetas en cada bloque. El formato de tipo SCORM es utilizado cuando se va a implementar paquetes de este tipo.
Número de semanas o temas	Define el número de secciones centrales que tendrá un curso después de haber sido creado.	Se debe elegir un valor acorde a la cantidad de unidades temáticas planificadas para los cursos virtuales.

Temas ocultos	Esta opción permite al tutor configurar el contenido de todas las unidades e irlo mostrando conforme se avanza el curso.	La configuración adecuada es: Las secciones ocultas son totalmente invisibles.
Items de noticias para ver	Especifica la cantidad de anuncios que se mostrará en el bloque de Novedades.	Su valor debe estar entre 3 y 5, para no sobrecargar el diseño de la interfaz.
Mostrar calificaciones	Esta opción permite al estudiante visualizar las puntuaciones obtenidas en el curso	Debe estar activa (SI) para informar a los participantes su avance.
Tamaño máximo para archivos cargados por usuarios	Define el valor límite para cargar un archivo en el curso virtual. Se recomienda que no sea demasiado alto para no sobrecargar la red ni la capacidad de almacenamiento de la plataforma	Su valor debe estar entre 512KB y 2 MB como máximo, indistintamente de la tarea enviada.
Metacurso	Define si el curso será usado como referencia para otros cursos.	Por defecto esta configuración debe estar en NO

Tabla 3.3 Parámetros de configuración general de un curso virtual

Las opciones mostradas en la tabla 3.3, definen una plantilla básica, para la creación de todos los cursos virtuales en la plataforma de educación virtual; es decir después de establecer esta configuración la creación de un nuevo curso virtual, tendrá por defecto estos parámetros de configuración.

Por seguridad y por facilidad de administración de la plataforma de educación virtual, configurar la gestión de respaldos o copias de seguridad; una copia de seguridad presenta tres funciones fundamentales:

- Permite la recuperación de la información en caso de pérdida o fallo de la plataforma.
- Generación de nuevos cursos mediante la restauración de un curso base o plantilla.
- Sirve como sustento de los informes y resultados de calificaciones obtenidos en un curso que fue dado de baja.

La configuración de respaldos, se la debe realizar mediante la ejecución de copias de seguridad de manera automática y sincronizada; para ello, se determina el tipo de actividades y módulos que se desea respaldar. Es importante establecer los días y horas en los que realizará la ejecución de respaldos, a fin de optimizar el consumo de recursos de red y procesamiento, evitando colocar horas o días donde el nivel de ingreso al sitio sea elevado.



El proceso de copias de seguridad se aplicará de manera automática a todos los cursos de la plataforma de educación virtual.

En la figura 3.15 se muestra la pantalla de configuración de las copias de seguridad automáticas para los cursos virtuales.

The screenshot shows a configuration window titled "Copias de seguridad". It contains the following elements:

- Incluir Módulos** (backup\_sche\_modules): A checked checkbox with the text "Valor por defecto: No" and "Seleccione si desea incluir los módulos, con o sin los datos de usuario, en las copias de seguridad".
- Programación** (backup\_sche\_weekdays): A checked checkbox followed by a calendar grid. The days Domingo, Wednesday, and Friday are checked. The text below says "Decida en qué días de la semana se realizarán las copias de seguridad automatizadas".
- Ejecutar a las** (backup\_sche\_hour): Two dropdown menus. The first is set to "2" and the second to "30". The text says "Decida a qué hora se realizarán las copias de seguridad automatizadas".
- Guardar en** (backup\_sche\_destination): An empty text input field with the text "Valor por defecto: Vacío".

Figura 3.15 Copias de seguridad automáticas

### 3.2.2 Parámetros de seguridad y disponibilidad de un curso virtual.

Por lo general estos parámetros se configuran durante o después de la creación de un curso virtual, en la tabla 3.4 se especifica cada uno de los parámetros y la forma como se deben configurar.

Parámetro	Descripción	Configuración recomendada
Clave de matriculación	Todos los cursos deben ser creados con una clave de matriculación, a menos que sea un curso de carácter libre o abierto a cualquier tipo de usuario	Todos los cursos a excepción de los de carácter libre deben tener un clave de acceso.
Período de matriculación	Esta opción define las fechas en las que los participantes pueden matricularse en un curso virtual, por medio de la clave de matriculación.	Se recomienda establecer de 3 a 4 días después de iniciado el curso para definir este rango de fechas. El plazo no debe ser muy extenso ya que los participantes al inscribirse tarde al curso, no podrán ponerse al día con todas las actividades pendientes.

Disponibilidad	El curso solo debe estar habilitado para los usuarios que dispongan de la clave de matriculación (estudiantes).	Se debe bloquear el acceso a invitados
Idioma	Permite elegir el idioma por defecto para el curso virtual, éste no tiene que ser necesariamente el idioma definido en los parámetros generales de la plataforma virtual.	Seleccionar el idioma de preferencia
Renombrar roles	Esta opción permite cambiar los nombres de los roles de los usuarios, manteniendo los mismo permisos de seguridad	Se recomienda renombrar los siguientes roles por cuestión de conceptos y metodología de e-learning: profesor --> tutor estudiante --> alumno

Tabla 3.4 Parámetros de configuración de un curso virtual

### 3.3 TIPO DE RECURSOS EMPLEADOS EN UN CURSO VIRTUAL

Existe una gran variedad de recursos que se pueden implementar para la interacción de los participantes en un curso virtual. Basándose en el nivel de interacción o procesamiento que generan se dividen en recursos asincrónicos y recursos sincrónicos.

#### 3.3.1 Recursos Asincrónicos

Los recursos asincrónicos permiten la transmisión de información entre los participantes del curso sin la exigencia de coincidir su interacción en el mismo instante.

Los recursos asincrónicos son recursos muy utilizados dentro de la modalidad de educación virtual, ya que el acceso a la información en forma diferida en el tiempo, proporciona flexibilidad al alumno dentro del proceso de capacitación.

La principal característica de este tipo de recursos es que no es necesario que el participante este en línea para poder interactuar o utilizar los mismos; es decir estos recursos poseen un tiempo de vigencia establecido dentro del curso virtual, lo que permite su acceso a diferentes horas y en diferentes días. Otra característica que destaca a los recursos asincrónicos es su bajo consumo de recursos de red, por lo que no se necesita disponer de un gran ancho de banda para poder implementarlos.

Entre los principales recursos asincrónicos utilizados en educación virtual se tienen los siguientes:

- Actividades Lúdicas
- Cuestionarios
- Encuestas
- Foros
- Glosarios
- Lecciones
- Tareas
- Wikis

Este conjunto de tareas permiten al tutor programar diferentes tipos de actividades para poder trabajar en el curso virtual, por ejemplo un tutor puede colocar un foro para debatir sobre un tema determinado, o a su vez crear una tarea específica que deberá ser presentada por los alumnos después de un determinado tiempo establecido en la configuración del recurso.

La eficiencia de utilizar este tipo de recursos está en la personalización que el tutor realiza a cada actividad, ésta es una de las razones que reflejan que más del 50% de éxito de esta metodología de aprendizaje depende del tutor.

### **3.3.2 Recursos Sincrónicos**

La principal característica de los recursos sincrónicos es que se necesita que los usuarios estén conectados y activos para poder interactuar, por esta razón consumen más recursos de red. Por este motivo deben ser usados de manera prudente.

Entre los recursos sincrónicos más utilizados actualmente se tiene los siguientes:

- Chat
- Pizarra Electrónica
- Video Conferencia

La ventaja que poseen estos recursos es que proporcionan experiencias únicas de aprendizaje entre los participantes, por ejemplo, la video conferencia permite la comunicación en tiempo real entre participantes de distintos lugares del mundo; la comunicación es visual y auditiva de manera que se puede plantear dudas o temas de discusión y definir soluciones de manera rápida y efectiva.

El pequeño inconveniente es el alto consumo de recursos de red; sin embargo se pueden aplicar estrategias para poder administrar de manera adecuada este tipo de recursos, y de esta manera evitar sobrecargar la red y mantener un tiempo de respuesta aceptable.

Una de las estrategias que se puede usar es la conformación de grupos de trabajo de hasta 10 personas y programar este tipo de actividades de preferencia en horas que no sean las de mayor concurrencia (horas pico) a la plataforma e-learning.

Tanto los recursos sincrónicos como asincrónicos son indispensables para conseguir un proceso completo de aprendizaje.

En la tabla 3.5 se puede observar las características más importantes de cada tipo de recurso en la modalidad virtual:

Recursos Asincrónica	Recursos Sincrónica
Permiten una comunicación continua	Presentación directa de temas
Permite disponer de tiempo para el pensamiento reflexivo y crítico	Fortalecen la comunidad virtual
Incrementan la Investigación, revisión, corrección y mejora de las tareas	Permiten realizar demostraciones en tiempo real
Permanecen estables en el tiempo	Agilizan la toma de decisiones

Tabla 3.5 Características de los recursos sincrónicos y asincrónicos

### 3.4 ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES E-LEARNING

El manejo de estándares ayuda al desarrollo de cualquier tipo de proyecto, permitiendo la ejecución de actividades bajo normas establecidas y controladas

por un grupo de expertos; en el caso de sitios web el estándar utilizado es el *World Wide Web Consortium (W3C)*.

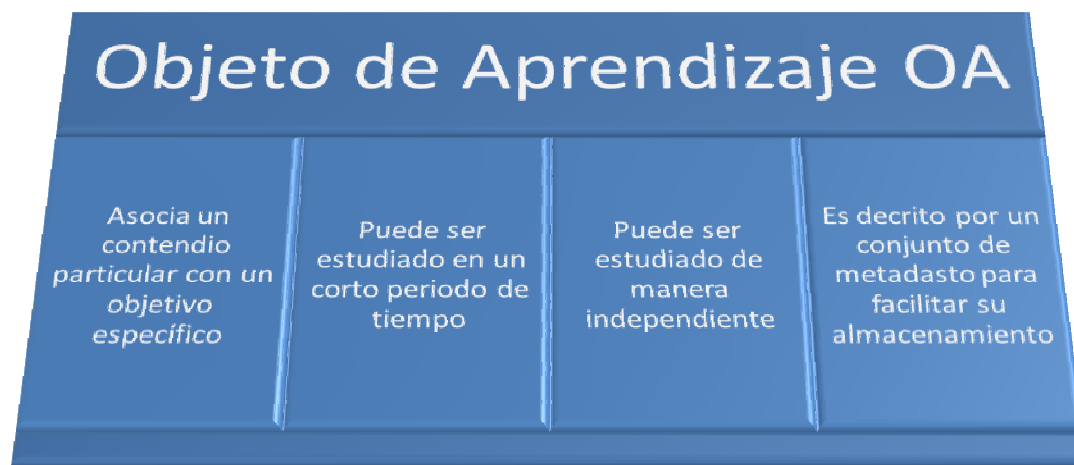
La estandarización de procesos actualmente es una meta a alcanzar por varias instituciones; el objetivo es tener una mayor competitividad dentro de un sistema globalizado. La única manera de competir es a través de estándares de calidad que garanticen la satisfacción del cliente o usuario. Para entender de mejor manera el proceso de estandarización, es primordial definir lo que es un estándar:

Un estándar es un conjunto de especificaciones técnicas que regularizan la creación de un servicio o producto determinado, con el fin de ofrecer calidad en el servicio y optimizar el tiempo de trabajo; por esta razón su implementación beneficia tanto al proveedor del servicio como al usuario final. En el tema de educación los estándares permiten la correcta implementación y uso e de los elementos involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. <sup>(28)</sup>

La creación de estándares para la educación virtual, nace con la idea de normalizar la creación de recursos digitales y posicionar al e-learning en el mercado actual; es decir para poder ofrecer un servicio es necesario contar con un parámetro que permita su medición de calidad. El manejo de estándares en la creación de cursos virtuales proporciona las siguientes ventajas:

- **Reusabilidad.**- Permite que el contenido pueda ser reutilizado
- **Accesibilidad.**- Brinda acceso apropiado en el momento justo
- **Interoperabilidad.**- Permite trabajar con cualquier tipo de sistema
- **Durabilidad.**- Evita que el contenido pase a ser obsoleto
- **Manejabilidad.**- Proporciona relación entre las actividades y en alumno

Con el fin de garantizar estos parámetros de calidad, se partió de la definición de un OA; un OA es un Objeto de Aprendizaje autónomo que puede ser utilizado de manera independiente para su estudio garantizando su funcionalidad, en la figura 3.16 se puede observar las características de un OA.



Figura

3.16 Características de un OA

Mediante el uso de OA's se estructura la definición y creación de un estándar de e-learning; se puede decir que un estándar e-learning es un conjunto de especificaciones que describen las diferentes entidades y recursos (OA's) que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la metodología de educación virtual.

El estándar para el aprendizaje virtual actualmente es SCORM (*Shareable Content Object Reference Model*), figura 3.17, que es el resultado del proceso de acreditación, realizado por diferentes Instituciones, entre ellas la IEEE<sup>21</sup> y la ISO<sup>22</sup>.



Figura 3.17 Proceso de acreditación del estándar SCORM

<sup>21</sup> IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos

<sup>22</sup> ISO: *International Organization for Standardization* - Organización Internacional para la Estandarización

Las especificaciones con las cuales se maneja SCROM son: CAM (*Content Aggregation Model*) y RTE (*Run-TimeEnvironment*), las cuales se encargan de las siguientes tareas:

- Definir el empaquetamiento de los contenidos para que estos sean portables.
- Realizar la descripción de los contenidos y estructura de los objetos de aprendizaje.
- Especificar la forma en que los LMS deben ejecutar los contenidos en un navegador web.
- Establecer la forma en la que los contenidos se comunican con los LMS.

Todas estas actividades garantizan reusabilidad, accesibilidad, interoperabilidad, durabilidad y manejabilidad de los contenidos virtuales.

Para cumplir con los parámetros de calidad a nivel mundial, es necesario adaptarse y proporcionar mecanismos de estandarización; uno de los aspectos más importantes para llevar a cabo este proceso es saber si el LMS seleccionado proporciona soporte y operatividad para contenido de tipo SCORM, para que un LMS cumpla con este requisito debe realizar lo siguiente:

- Aceptar cualquier contenido SCORM.
- Ejecutar el contenido SCORM para los usuarios del LMS.
- Proveer un entorno de ejecución y administración de contenidos SCORM.

Moodle cumple con estas características, a través de un recurso denominado precisamente SCORM; mediante el cual se realizan actividades de importación, manejo e interacción de contenidos, estandarizados mediante SCORM.

### **3.5 PRUEBAS DE DISPONIBILIDAD**

Una vez implementada la solución de alta disponibilidad (figura 3.18), es necesario proceder a realizar las pruebas de alta disponibilidad, las mismas que consistirán en un escaneo del servicio web y de cada uno de los servidores de la solución implementada, mediante *Applications Manager*, herramienta que realiza dos tipos de censado; el primero lo realiza mediante un ping a cada uno de los

servidores de *Cluster* para verificar su conectividad en la red y el segundo lo realiza de manera similar al mecanismo que usa *HeartBeat*, es decir mediante el envío de *request* o peticiones, determina el tiempo de disponibilidad del servicio web o de un equipo específico.

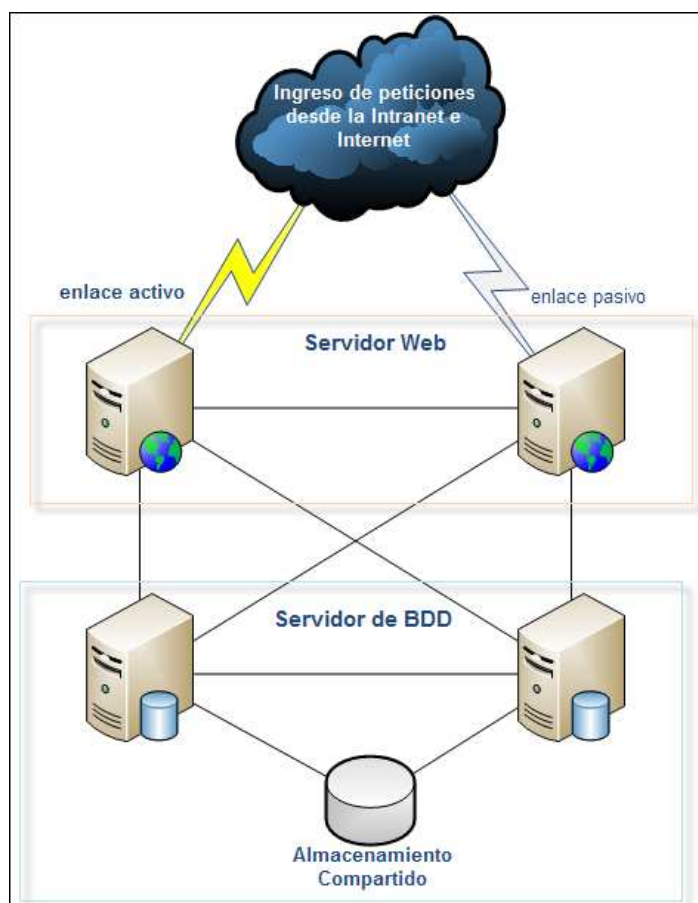


Figura 3.18 Diagrama de la Solución Implementada

Antes de realizar las pruebas, es necesario definir el escenario en el cual se va a trabajar; a continuación se detallan los elementos que conforman el *Cluster* de alta disponibilidad con sus respectivas direcciones IP para su identificación en la red y se define el escenario para realizar las pruebas de disponibilidad.

### 3.5.1 Escenario de Pruebas

Los elementos que forman parte de la solución de alta disponibilidad son los siguientes:

Descripción	Servidor Primario	Servidor Backup	Cluster de Base de Datos
-------------	-------------------	-----------------	--------------------------



Nombre	sp	sb	oracle
IP real	192.168.0.101	192.168.0.102	192.168.0.103

Tabla 3.6 Descripción de equipos del *Cluster*

Los equipos se encuentran configurados de acuerdo a la solución de alta disponibilidad que se detalla en el capítulo 2 punto [2.3](#).

Los pasos a seguir para la ejecución de las pruebas de disponibilidad se detallan a continuación:

- **Verificar la disponibilidad del servicio web.**- Una vez habilitado el servicio de *Heartbeat* en los dos nodos (principal - backup); se simulará una falla en la conexión de red del servidor principal; luego de esta falla el servidor *backup* entrará en funcionamiento sustituyendo al servidor principal.
- **Habilitar el servidor principal.**- Después de un tiempo determinado se volverá a iniciar el servidor principal, durante este proceso, *HeartBeat* en el servidor secundario censa al equipo principal y si éste permanece activo por un tiempo mayor o igual al *deadtime*, lo reconoce como estable y este vuelve a retomar el servicio.
- **Manejo de IP's virtuales.**- En el proceso de ejecución de *Heartbeat* se utiliza una IP virtual, por medio de la cual los clientes acceden al servicio web; esta IP se configura de manera real en el servidor primario al iniciar *HeartBeat* y si el servidor primario falla este IP virtual es desactivada del servidor principal y configurada temporalmente en el servidor *backup*; con esto se logra que los clientes accedan a la misma IP y el servicio esté disponible.

Con estos antecedentes se iniciará el proceso de ejecución de pruebas, para verificar la disponibilidad de la solución de alta disponibilidad.

### 3.5.2 Ejecución de Pruebas

Para realizar las pruebas se realizarán los siguientes pasos:

- Ejecución normal de *Heartbeat*,
- Simulación de Fallo del Servidor Principal
- Activación del Servidor *Backup*

- Restablecimiento del servidor principal

### 3.5.2.1 Ejecución normal de *HeartBeat*

En esta etapa se inicia el servicio de *HeartBeat* en los dos nodos, se activa el proceso de censado del nodo principal y queda listo el nodo backup para entrar en funcionamiento, en caso de existir una falla en el nodo principal.

En las figuras 3.19 y 3.20 se muestran los logs del servicio de *HeartBeat* después de este proceso:

```
[root@sp ~]# tail -f /var/log/ha-log
harc[8695]: 2010/03/06 21:43:55 info: Running /etc/ha.d/rc.d/ip-request-resp
ip-request-resp[8695]: 2010/03/06 21:43:55 received ip-request-resp 192.168.0.107 OK yes
ResourceManager[8716]: 2010/03/06 21:43:55 info: Acquiring resource group: sp 192.168.0.107 httpd
IPaddr[8743]: 2010/03/06 21:43:55 INFO: Resource is stopped
ResourceManager[8716]: 2010/03/06 21:43:55 info: Running /etc/ha.d/resource.d/IPaddr 192.168.0.107 start
IPaddr[8819]: 2010/03/06 21:43:56 INFO: Using calculated nic for 192.168.0.107: eth0
IPaddr[8819]: 2010/03/06 21:43:56 INFO: Using calculated netmask for 192.168.0.107: 255.255.255.0
IPaddr[8819]: 2010/03/06 21:43:56 INFO: eval ifconfig eth0:0 192.168.0.107 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.0.255
IPaddr[8802]: 2010/03/06 21:43:56 INFO: Success
ResourceManager[8716]: 2010/03/06 21:43:56 info: Running /etc/init.d/httpd start
```

Figura 3.19 Detalle del log de inicio de *HeartBeat* servidor principal

```
[root@sb ~]# tail -f /var/log/ha-log
heartbeat[8008]: 2010/03/06 21:43:44 info: Status update for node sp: status up
harc[8014]: 2010/03/06 21:43:44 info: Running /etc/ha.d/rc.d/status status
heartbeat[8008]: 2010/03/06 21:43:44 info: Comm_now_up(): updating status to active
heartbeat[8008]: 2010/03/06 21:43:44 info: Local status now set to: 'active'
heartbeat[8008]: 2010/03/06 21:43:44 info: Status update for node sp: status active
harc[8041]: 2010/03/06 21:43:44 info: Running /etc/ha.d/rc.d/status status
heartbeat[8008]: 2010/03/06 21:43:55 info: local resource transition completed.
heartbeat[8008]: 2010/03/06 21:43:55 info: Initial resource acquisition complete (T_RESOURCES(us))
heartbeat[8066]: 2010/03/06 21:43:55 info: No local resources [/usr/share/heartbeat/ResourceManager listkeys sb] to acquire.
heartbeat[8008]: 2010/03/06 21:43:55 info: remote resource transition completed.
```

Figura 3.20 Detalle del log de inicio de *HeartBeat* servidor principal

En la figura 3.18 se observa la configuración de manera automática de la dirección IP virtual y el inicio del servicio web (http) en el servidor principal; mientras que en la figura 3.19 se observa que el servidor *backup* detectó como activo al servidor principal y que está listo para entrar en funcionamiento.

### 3.5.2.2 Simulación de Fallo del Servidor Principal

Para simular una falla en el servidor principal y provocar la pérdida del servicio, se desconectará físicamente la conexión de red; una falla parcial en este servidor (falla del servidor apache) ocasionará el mismo inconveniente.

En la figura 3.21 se muestra la pérdida de la comunicación del servidor primario desde las 21:45 hasta las 22:00; tiempo en el que deberá ser reemplazado por el servidor *backup*.

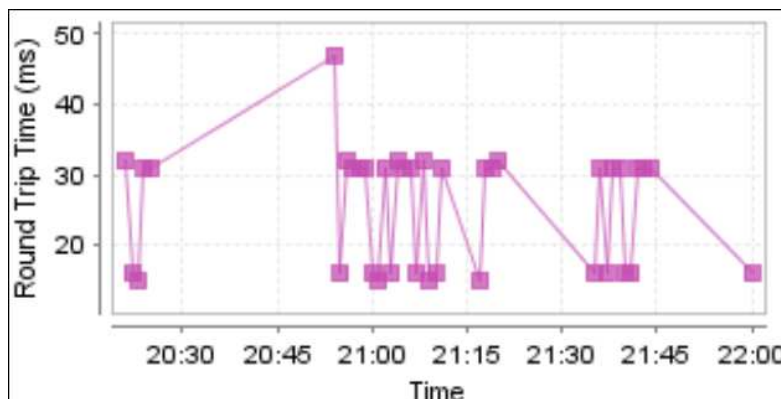


Figura 3.21 Caída del servidor principal (192.168.0.101)

La discontinuidad de los puntos de la gráfica muestra la falla de conexión del servidor principal.

### 3.5.2.3 Activación del Servidor *Backup*

El servidor *backup* al perder comunicación con el servidor principal lo declara como muerto (*dead*), se auto asigna la dirección IP Virtual 192.168.0.107 y procede a levantar el servicio web.

En la figura 3.22 se observar el log del servidor *backup* con el tiempo en el que se realizaron los eventos mencionados.

```

heartbeat[8008]: 2010/03/06_21:43:55 info: local resource transition completed.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_21:43:55 info: Initial resource acquisition complete (T_RESOURCES(us))
heartbeat[8066]: 2010/03/06_21:43:55 info: No local resources [/usr/share/heartbeat/ResourceManager listkeys sb] to acquire.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_21:43:55 info: remote resource transition completed.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_21:46:07 WARN: node sp: is dead
heartbeat[8008]: 2010/03/06_21:46:07 WARN: No STONITH device configured.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_21:46:07 WARN: Shared disks are not protected.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_21:46:07 info: Resources being acquired from sp.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_21:46:07 info: Link sp:eth0 dead.
harc[8162]: 2010/03/06_21:46:07 info: Running /etc/ha.d/rc.d/status status
heartbeat[8163]: 2010/03/06_21:46:07 info: No local resources [/usr/share/heartbeat/ResourceManager listkeys sb] to acquire.
mach_down[8191]: 2010/03/06_21:46:07 info: Taking over resource group 192.168.0.107
ResourceManager[8217]: 2010/03/06_21:46:07 info: Acquiring resource group: sp 192.168.0.107 httpd
IPAddr[8244]: 2010/03/06_21:46:07 INFO: Resource is stopped
ResourceManager[8217]: 2010/03/06_21:46:07 info: Running /etc/ha.d/resource.d/IPAddr 192.168.0.107 start
IPAddr[8320]: 2010/03/06_21:46:07 INFO: Using calculated nic for 192.168.0.107: eth0
IPAddr[8320]: 2010/03/06_21:46:07 INFO: Using calculated netmask for 192.168.0.107: 255.255.255.0
IPAddr[8320]: 2010/03/06_21:46:08 INFO: eval ifconfig eth0:0 192.168.0.107 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.0.255
IPAddr[8303]: 2010/03/06_21:46:08 INFO: Success
ResourceManager[8217]: 2010/03/06_21:46:08 info: Running /etc/init.d/httpd start
mach_down[8191]: 2010/03/06_21:46:08 info: /usr/share/heartbeat/mach_down: nice_fallback: foreign resources acquired
mach_down[8191]: 2010/03/06_21:46:08 info: mach_down takeover complete for node sp.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_21:46:08 info: mach_down takeover complete.

```

Figura 3.22 Log de habilitación del servidor *backup* (192.168.0.102)

En la figura 3.23 se puede apreciar que existió una caída en la conexión hacia el servicio web (192.168.0.107) a las 21:46 que es cuando el servidor principal fue declarado muerto (*dead*).

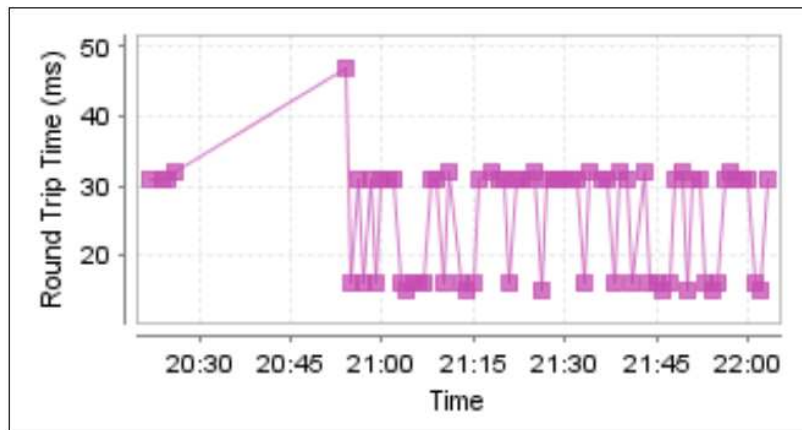


Figura 3.23 Estado de la conexión del servicio web (IP virtual: 192.168.0.107)

#### 3.5.2.4 Restablecimiento del servidor principal

Para simular este proceso, sólo se conectará el servidor principal a la red, al restablecerse la conexión, el servidor principal recupera la comunicación con el servidor *backup* y en cada uno se realiza lo siguiente:

- **Servidor Backup**

Detecta que el servidor principal está en capacidad de volver a operar y procede a detener su servicio web, eliminar su IP virtual (192.168.0.107).

- **Servidor Principal**

Activa su interfaz de red, ejecuta el archivo de sincronización de información con el servidor *backup*. Luego de esto activa la dirección IP virtual (192.168.0.107) e inicia su servicio web.

En la figura 3.24 se observa el log que se genera en el servidor *backup*, mientras se ejecuta las operaciones mencionadas.

```

heartbeat[8008]: 2010/03/06_21:46:08 info: mach_down takeover complete.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:43 CRIT: Cluster node sp returning after partition.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:43 info: For information on cluster partitions, See URL: http://
/linux-ha.org/SplitBrain
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:43 WARN: Deadtime value may be too small.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:43 info: See FAQ for information on tuning deadtime.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:43 info: URL: http://linux-ha.org/FAQ#heavy_load
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:43 info: Link sp:eth0 up.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:43 WARN: Late heartbeat: Node sp: interval 906050 ms
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:43 info: Status update for node sp: status active
harc[8964]: 2010/03/06_22:00:43 info: Running /etc/ha.d/rc.d/status status
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:45 info: all clients are now paused
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:45 info: Heartbeat shutdown in progress. (8008)
heartbeat[8980]: 2010/03/06_22:00:45 info: Giving up all HA resources.
ResourceManager[8993]: 2010/03/06_22:00:45 info: Releasing resource group: sp 192.168.0.107 synchronizar.sh
ResourceManager[8993]: 2010/03/06_22:00:45 info: Releasing resource group: sp 192.168.0.107 httpd
ResourceManager[8993]: 2010/03/06_22:00:45 info: Running /etc/init.d/httpd stop
ResourceManager[8993]: 2010/03/06_22:00:47 info: Running /etc/ha.d/resource.d/IPaddr 192.168.0.1
07 stop
IPaddr[9078]: 2010/03/06_22:00:47 INFO: ifconfig eth0:0 down
IPaddr[9061]: 2010/03/06_22:00:47 INFO: Success
heartbeat[8980]: 2010/03/06_22:00:47 info: All HA resources relinquished.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:48 info: all clients are now resumed
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:49 info: Received shutdown notice from 'sp'.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:49 info: Resource takeover cancelled - shutdown in progress.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:49 info: killing HBFIFO process 8010 with signal 15
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:49 info: killing HBWRITE process 8011 with signal 15
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:49 info: killing HBREAD process 8012 with signal 15
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:49 info: Core process 8011 exited. 3 remaining
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:49 info: Core process 8012 exited. 2 remaining
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:49 info: Core process 8010 exited. 1 remaining
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:49 info: sb Heartbeat shutdown complete.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:49 info: Heartbeat restart triggered.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:49 info: Restarting heartbeat.
heartbeat[8008]: 2010/03/06_22:00:49 info: Performing heartbeat restart exec.

```

Figura 3.24 Log de restablecimiento del servidor principal (192.168.0.101)

Ahora el servicio ha regresado a la normalidad y el servidor principal vuelve a atender las peticiones de los clientes.

Durante la ejecución de todo el proceso el servidor *backup* estuvo activo casi todo el tiempo, sondeando al servidor principal, realizando el relevo del servicio y el único momento que está inactivo por un pequeño lapso de tiempo es el momento en el que devuelve el servicio al servidor principal (22:00), tal como se muestra en la figura 3.25.

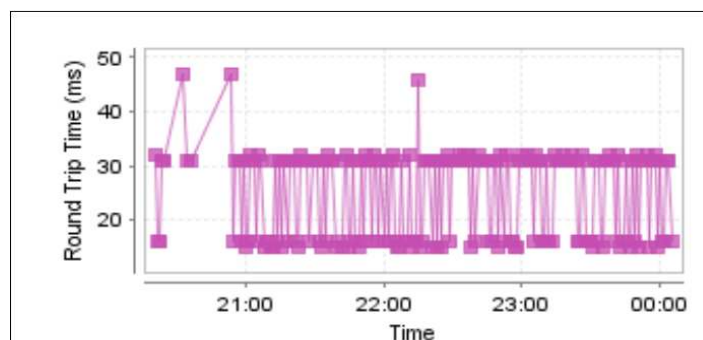


Figura 3.25 Conectividad del servidor *backup* (192.168.0.102)



A continuación se muestra las gráficas de disponibilidad de cada uno de los equipos dentro del *Cluster*.

### Servidor Principal (192.168.0.101)

En la figura 3.26, se observa el tiempo que el servidor estuvo disponible en el lapso de tiempo determinado (21:40 a 22:05).

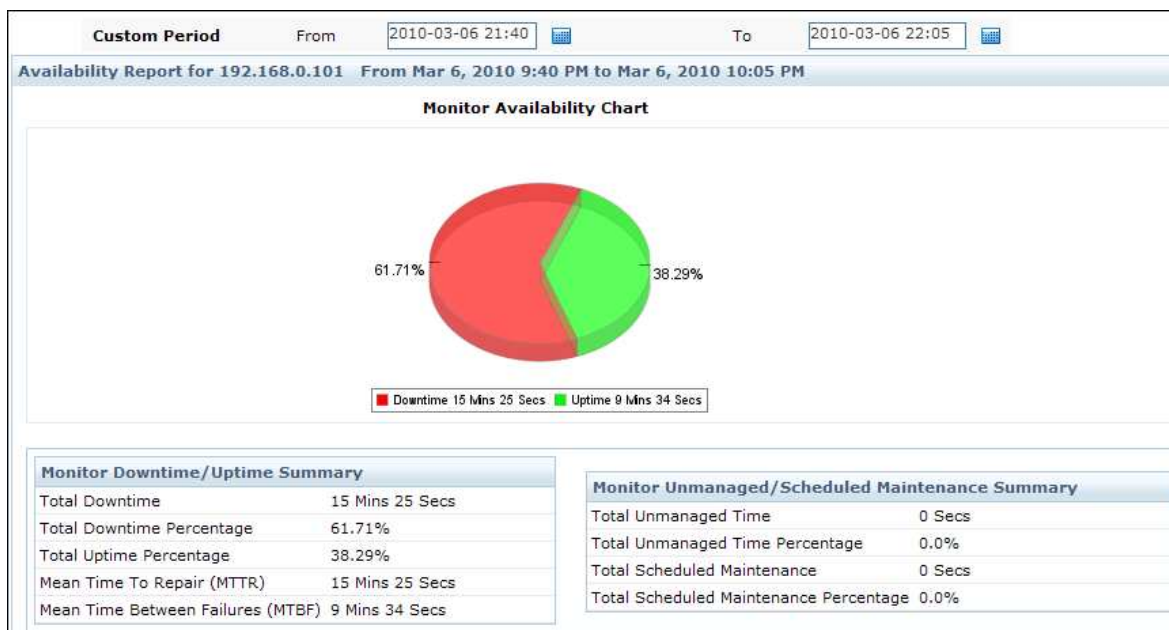


Figura 3.26 Disponibilidad del servidor principal

### Servidor *Backup* (192.168.0.102)

En la figura 3.27 se observa el tiempo que el servidor *backup* estuvo disponible en el mismo lapso de tiempo que el servidor principal.

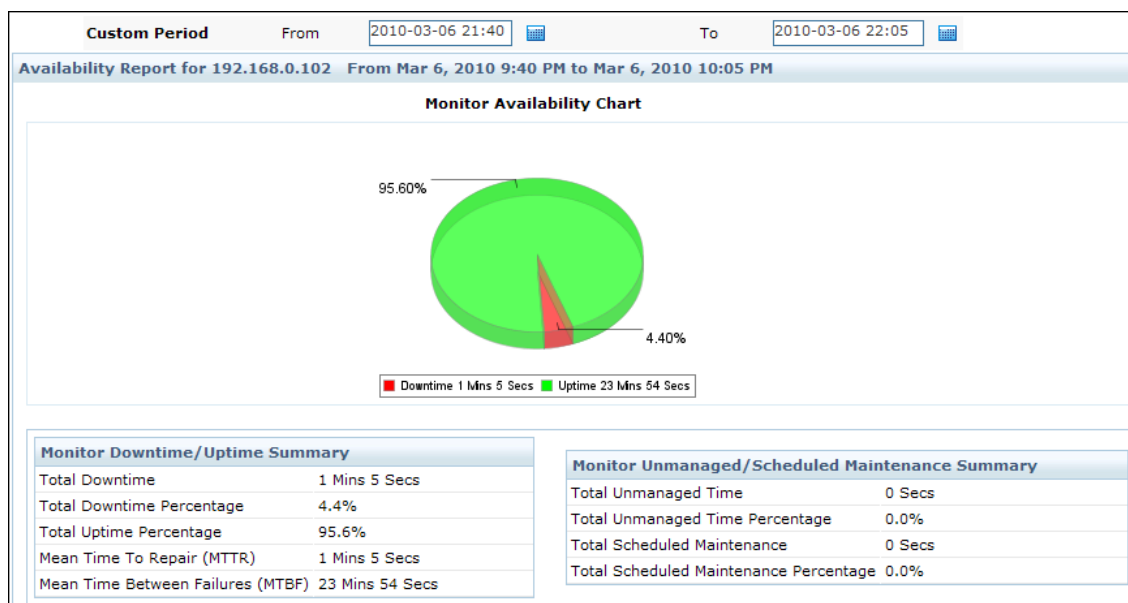


Figura 3.27 Disponibilidad del servidor *backup* (192.168.0.102)

### Servicio Web (192.168.0.107)

En la figura 3.28 se observa el tiempo en el que el servicio web (Apache) estuvo disponible.

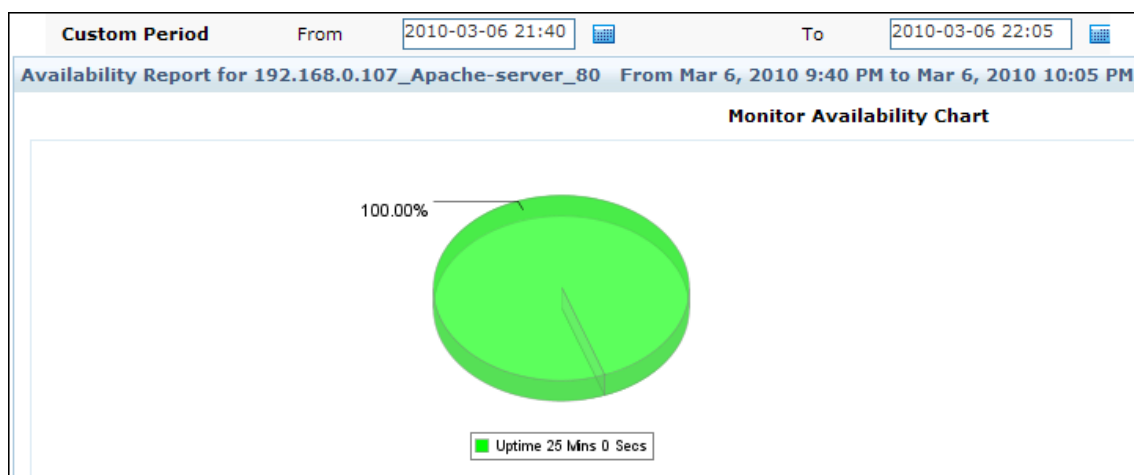


Figura 3.28 Disponibilidad del servidor web (192.168.0.107)

Debido a que el censado del servicio se lo realiza cada minuto, el servicio web demuestra una disponibilidad del 100%, aunque realmente presentó una caída por un lapso de 30 segundos, que es el tiempo **deadtime** en el que se produjo el relevo del servicio.

### Cluster de Base de Datos (192.168.0.103)

En la figura 3.29 se observa el tiempo en el que el servicio de base de datos (Oracle srimoodle) estuvo disponible, durante la ejecución de las pruebas (21:45 a 22:05)

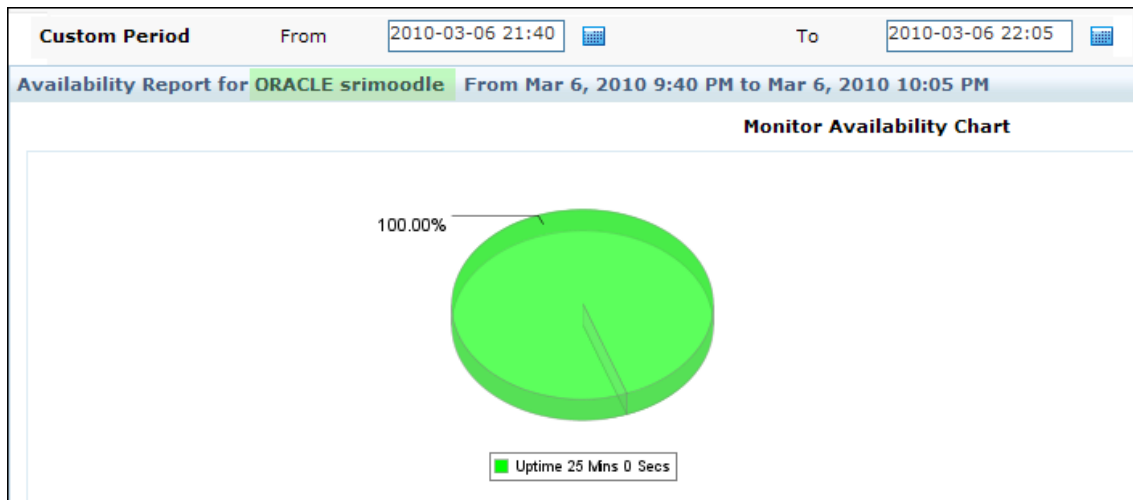


Figura 3.29 Disponibilidad del Cluster de BDD (192.168.0.103)

Se puede apreciar en la figura 3.28 que el servicio de la base de datos no se vio alterado en ningún momento, demostrando de esta manera alta disponibilidad del servicio de base de datos de Oracle.



## **CAPITULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 CONCLUSIONES**

- Los sistemas de gestión del aprendizaje han evolucionado paralelamente al desarrollo de las tecnologías de la información, logrando que la modalidad de educación virtual sea un elemento fundamental en el proceso de capacitación de una institución o una empresa, pues las ventajas que ofrece actualmente el e-learning, permiten satisfacer las exigencias y requerimientos de un sistema globalizado, tanto en información como en tecnología.
- Un servicio eficiente del aprendizaje virtual puede eliminar las barreras de espacio y de tiempo, reduce costos y gastos en material de capacitación y en transporte, presenta facilidad de acceso a los participantes, comodidad en el aprendizaje y una personalización de cursos usando varias herramientas sin importar los recursos que estas involucren. Además, que disponiendo de un servicio ágil, el tutor puede realizar un mayor seguimiento al estudiante mediante las diferentes herramientas virtuales y presentar una mejor disponibilidad de tiempo para cada participante.
- El Software Libre se está mostrando extremadamente útil no sólo como soporte tecnológico adecuado, sino especialmente por estar relacionado con los paradigmas de aprendizaje de apoyo comunitario y construcción colaborativa. Moodle como una herramienta open source, tiene un fuerte apoyo en comunidades virtuales que permiten desarrollar un espacio de asesoría y apoyo en las personalizaciones y difusión de nuevas herramientas.
- La ventaja del aprendizaje colaborativo, es que permite la construcción del conocimiento a partir de la interacción generada por cada participante dentro del aula virtual; el uso de Moodle como LMS, permite personalizar el ambiente de trabajo de las aulas virtuales; así como el look and feel de la

plataforma virtual, el ambiente del LMS proporciona una interfaz muy amigable al usuario. Además Moodle cuenta con una gran cantidad de módulos y actividades que permiten a los participantes interactuar en el proceso de enseñanza-aprendizaje logrando una comunicación efectiva entre el tutor y sus alumnos.

- Implementar una solución de alta disponibilidad resulta una garantía para los usuarios de un sistema web, debido a que garantiza la accesibilidad y la disponibilidad de la información a través de un proceso que permite compartir la carga de un servidor en varios repositorios espejos y monitoreados por procesos que garantizan un manejo de alertas tempranas ante cualquier fallo.
- Para optimizar las configuraciones de los servidores que formarán parte de los equipos de alta disponibilidad, es necesario que los sistemas operativos de los diferentes computadores estén configurados con los mismos parámetros, debido a que en la tarea de alta disponibilidad están involucrados: bases de datos, demonios, procesos del sistema y aplicaciones en general.
- El proceso de alta disponibilidad involucra tener un manejo adecuado de la asignación de direcciones IP para los host de acceso, el uso de *HeartBeat* evita tener que deshabilitar el protocolo ARP y crear direcciones IP virtuales, *HeartBeat* configura una dirección IP virtual de manera automática y alterna su uso de acuerdo al nodo que está activo, evitando de esta manera problemas con el protocolo de resolución de dirección de red (ARP).
- El uso de certificados digitales como mecanismo de seguridad en un sistema web, implica mayor consumo de recursos; por lo que se debe proteger solo información confidencial y no afectar el rendimiento del servidor. Por tanto, es imprescindible proteger los nombres de usuario y contraseña de cada participante, mediante mecanismos de cifrado de datos, caso contrario, el sistema quedaría vulnerable con simples mecanismos de ataque.

- El utilizar una configuración tipo *Cluster* a nivel de base de datos, ofrece escalabilidad al proceso, debido a que permite agregar más equipos de manera sencilla e incrementar el rendimiento; en una configuración tipo *Cluster* cada nodo es visto como un equipo independiente, logrando de esta manera que la configuración para dos o más nodos sea la misma.
- Para optimizar el uso de cada nodo del *Cluster* y aprovechar la alta disponibilidad, se debe configurar mecanismos de balanceo de carga que permitan distribuir las peticiones de los clientes entre los distintos nodos *Cluster*.
- Es fundamental para la correcta sincronización de la información en todos los nodos del Cluster habilitar el protocolo *Network Time Protocol* (NTP), para que los ajustes de fecha y hora en todos los servidores del *Cluster* sea el mismo; esto permite mantener la integridad de la información y evita la ejecución de procesos innecesarios de actualización de los datos.
- Para el almacenamiento compartido de la base de datos dentro del *Cluster* de Oracle, se debe tomar en cuenta el tipo de particionamiento del disco duro (OCFS2, RAW o ASM), garantizando la compatibilidad con los formatos soportados por Oracle RAC; caso contrario, no se podrá realizar el acceso de cada una de las instancias de la base de datos a un sistema de información común.
- Una ventaja de usar Oracle, frente a otros gestores nativos de bases de datos, tal como MySQL en Moodle, es que facilita la configuración e instalación de Oracle RAC y Oracle Data Base a través de herramientas y guías gráficas. De igual manera permite realizar actualizaciones al sistema en caliente, es decir, sin necesidad de bajar los servicios de la base de datos.
- El uso de Oracle RAC además de configurar una solución de alta disponibilidad, permite configurar mecanismos de balanceo de carga entre todos los nodos del *Clúster*, suministrando protección para fallos de hardware y software.
- Para la puesta en producción de Moodle, es necesario realizar una estimación correcta de la capacidad de disco duro, la memoria RAM la cantidad de usuarios concurrentes y estimar un promedio de cursos

virtuales, debido a que estos factores determinan el rendimiento de la plataforma de educación virtual y por consiguiente del conjunto de servidores de alta disponibilidad.

- Uno de los requisitos para el funcionamiento adecuado de Moodle es realizar la configuración de las tareas programadas mediante el cron de LINUX, con ello se brinda mayor seguridad (respaldos de cursos virtuales de manera automática) y funcionalidad (envío de mensajes sincronizados) a la plataforma de educación virtual.

## RECOMENDACIONES

- Para la ejecución del proceso de monitorización en la solución de alta disponibilidad, es recomendable emplear HeartBeat en lugar de otros mecanismos como Piranha o Fake, por su simplicidad en su configuración, automatización de servicio de faillover y failback y soporte en el mercado.
- Para la ejecución del monitoreo mediante HeartBeat, se recomienda manejar una conexión dedicada de alta velocidad para el enlace entre el servidor principal y el backup; el objetivo es evitar que el servidor backup detecte como muerto al servidor principal a causa de un retardo en la respuesta de una petición, ocasionando duplicidad del servicio.
- Como mecanismo de compartición de información para la instalación del *Cluster* de Base de Datos, se recomienda usar una red SAN, para compartir de manera física el acceso al disco duro y no mediante un sistema de archivos, lo que permite tener un mayor control de acceso y evita problemas de asignación de permisos por usuario.
- Para la configuración de seguridad de la plataforma virtual o de un sitio web, es recomendable la adquisición de certificados digitales mediante una Autoridad de Certificación que garantice la validez y el reconocimiento del certificado en todos los navegadores web, y evite problemas de acceso a los usuarios.
- Para la comunicación entre Moodle y la base de datos de Oracle vía php, es recomendable instalar Zend Core for Oracle, solución diseñada por el

equipo de desarrollo de PHP; la cual proporciona instalación muy sencilla mediante un entorno gráfico y administración vía web del servidor de Apache y extensiones de PHP.

- Debido a que Moodle es un sistema dependiente de la base de datos se recomienda como mínimo contar con un procesador de doble núcleo y una memoria RAM de 2 GB por cada nodo del *Cluster* de base de datos; a fin de garantizar disponibilidad y velocidad de respuesta ante las peticiones que se generan vía web.
- Moodle ofrece la posibilidad de realizar notificaciones de foros y mensajes al correo electrónico de cada usuario por medio de la configuración del servidor de Email de la plataforma de educación virtual, habilitar esta opción es recomendable para facilitar al participante el seguimiento del curso, manteniéndolo informado de las novedades y tareas a realizar.
- Para garantizar la accesibilidad correcta a la información en la plataforma de educación virtual, es recomendable crear nuevos roles que permitan definir diferentes tipos de acceso a los cursos virtuales, para realizar esta tarea es aconsejable duplicar los roles por defecto y en base a ellos eliminar o incrementar permisos a los recursos virtuales, agilizando de esta forma el proceso de creación y administración de roles del sitio.
- Para la implementación de recursos sincrónicos dentro de un curso virtual, se recomienda realizar un análisis completo de los recursos de red requeridos y disponibles para su óptimo funcionamiento. Una configuración incorrecta reducirá notablemente el desempeño de la plataforma virtual generando un consumo excesivo de recursos de red.
- Se recomienda que el tiempo de duración de una sesión web inactiva este entre 30 y 45 minutos antes de su finalización de manera automática, esto proporciona un tiempo prudencial al usuario para que pueda retomar las actividades o a su vez finalizar la sesión por seguridad en caso que el usuario abandonó el sitio web.
- En vista que la Escuela Politécnica Nacional dispone de sistemas críticos como el SAE, sistemas administrativos y la misma plataforma de educación virtual, se recomienda la implementación de la tecnología de alta

disponibilidad que garantice a los usuarios accesibilidad y seguridad de la información.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **KIOSKEA.** KIOSKEA.net. [En línea] Octubre de 2008.  
<http://es.kioskea.net/contents/surete-fonctionnement/haute-disponibilite.php3>.
2. **LYNX.** Taller-Moodle. *Guía Moodle.* 2009.
3. **Burbano, Andrés Gustavo Bustos.** *Configuración de un clúster de alta disponibilidad y balanceo de carga en Linux para satisfacer gran demanda web y servicios de resolución de nombres.* Quito : s.n., 2007.
4. **Diego A. Fernández A, Raúl David Mejía N.** *Clusters de computadores personales con Linux.* Quito : s.n., 2005.
5. **Wikipedia.** WIKIPEDIA. [En línea] Febrero de 2010.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster\\_de\\_computadores](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_de_computadores).
6. **WIKILEARNING.** *El manual para el clustering.* [En línea] Febrero de 2007.  
[http://www.wikilearning.com/tutorial/el\\_manual\\_para\\_el\\_clustering\\_con\\_openmosi\\_x-clusters\\_ha\\_i/9756-14](http://www.wikilearning.com/tutorial/el_manual_para_el_clustering_con_openmosi_x-clusters_ha_i/9756-14).
7. **LYNX.** Taller-Moodle. *Guía de Moodle.* 2009.
8. —. Taller-Moodle. *Guía de Moodle.* 2009.
9. **WIKIPEDIA.** WIKIPEDIA. [En línea] Febrero de 2010.  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Rsync>.
10. **Benjamin C. Pierce .** Unison File Synchronizer. [En línea] 2009.  
<http://www.cis.upenn.edu/~bcpierce/unison/download/releases/stable/unison-manual.html>.
11. **Zamora-Manzur, Carlos.** UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN. [En línea] Febrero de 2010.  
<http://www.agrofor.ufro.cl/entomologia/docs/Base%20de%20datos%20-%20Carlos%20Zamora%20Manzur.pdf>.

12. **Kioskea.** es.kioskea.net. [En línea] Octubre de 2008.  
<http://es.kioskea.net/contents/surete-fonctionnement/das.php3>.
13. **Neal, Krawetz.** *Introduction to Network Security* . 2007.
14. CSIC. *Web Seguro.* [En línea]  
<http://www.iec.csic.es/CRIPTonOMICon/ssl.html>.
15. **Sebastián D. Criado.** Asociación Argentina de Nuevas Tecnologías .  
*Introducción a los Sistemas Operativos.* [En línea]  
[http://www.ant.org.ar/cursos/curso\\_intro/sistop.html](http://www.ant.org.ar/cursos/curso_intro/sistop.html).
16. WIKIPEDIA. [En línea] <http://es.wikipedia.org/wiki/XAMPP>.
17. WIKIPEDIA. *Servidor HTTP Apache.* [En línea] Enero de 2010.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor\\_HTTP\\_Apache](http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_HTTP_Apache).
18. LINUXCENTRO. *Características de PHP.* [En línea] Febrero de 2007.  
<http://www.linuxcentro.net/linux/staticpages/index.php?page=CaracteristicasPHP>.
19. WIKIPEDIA. [En línea] Enero de 2010. <http://es.wikipedia.org/wiki/MySQL>.
20. MOODLE. [En línea] Enero de 2010. [http://moodle.org/about/?lang=es\\_utf8](http://moodle.org/about/?lang=es_utf8).
21. MOODLE. [En línea] Enero de 2010.  
<http://docs.moodle.org/es/Caracter%C3%ADsticas>.
22. **Asunción, Universidad Católica -.** Universidad Católica. *Características de los Sistemas Operativos.* [En línea] Diciembre de 2009.  
<http://www.dei.uc.edu.py/tai2004-2/14/caracteristicas.htm>.
23. MOODLE. *Moodle 1.9.4.* [En línea] Marzo de 2009.  
[http://docs.moodle.org/en/Moodle\\_1.9.4\\_release\\_notes](http://docs.moodle.org/en/Moodle_1.9.4_release_notes).
24. **Proaño, Ing. Diego Javier Burbano.** ANALISIS COMPARATIVO DE BASES DE DATOS DE CODIGO ABIERTO. 2007.
25. Tecnología del PC. *El procesador.* [En línea] Diciembre de 2009.  
<http://www.zator.com/Hardware/H3.htm>.



26. WIKIPEDIA. [En línea] Diciembre de 2009. [http://en.wikipedia.org/wiki/Random-access\\_memory](http://en.wikipedia.org/wiki/Random-access_memory).
27. **LYNX**. Manual de Instalación Linux. 2009.
28. Respaldo con rsync. [En línea] Diciembre de 2009. <http://manual.sidux.com/es/sys-admin-rsync-es.htm>.
29. **ORACLE**. Oracle. *Installing Oracle RAC 10g Release 1 on Linux x86*. [En línea] [http://www.oracle.com/technology/pub/articles/smiley\\_rac10gr1\\_install.html](http://www.oracle.com/technology/pub/articles/smiley_rac10gr1_install.html).
30. Libro de Buenas Prácticas de e-learning. *Estándares de e-learning*. [En línea] Enero de 2010. <http://www.buenaspracticaselearning.com/capitulo-16-estandares-e-learning.html>.
31. **SRI**. *Informe de pruebas plataforma e-learning*. 2008.
32. —. *Selección de la Plataforma e-learning*. 2008.
33. **Portugal., Copyright © 2010 Red Hat Spain and. Red Hat**. [En línea] 2010. [Citado el: 04 de Enero de 2010.] <http://www.es.redhat.com/rhel/server/>.