



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

CENTRO DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN GERENCIA DE SISTEMAS

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MAGÍSTER EN
GERENCIA DE SISTEMAS**

**"MEJORES PRÁCTICAS DE GREEN IT BASADA EN EL DESKTOP
GRID DEL PROYECTO LEGIÓN"**

AUTOR: JAMI TAPIA, GIOVANNY ERNESTO

DIRECTOR: ING. GALÁRRAGA HURTADO, JUAN FERNANDO

SANGOLQUÍ

2019



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

CENTRO DE POSGRADOS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**MEJORES PRÁCTICAS DE GREEN IT BASADA EN EL DESKTOP GRID DEL PROYECTO LEGIÓN**”, fue realizado por el señor **GIOVANNY ERNESTO JAMI TAPIA**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 22 de marzo del 2019



Ing. Juan Fernando Galarraga Hurtado



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

CENTRO DE POSGRADOS

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Ing. Giovanni Ernesto Jami Tapia

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “**MEJORES PRÁCTICAS DE GREEN IT BASADA EN EL DESKTOP GRID DEL PROYECTO LEGIÓN**” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría. En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 22 de marzo del 2019

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Giovanni Ernesto Jami Tapia', is written over a horizontal line.

Ing. Giovanni Jami Tapia

C.C. 1712214087

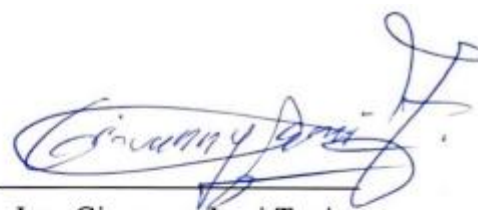


**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

CENTRO DE POSGRADOS

AUTORIZACIÓN

Yo, **GIOVANNY ERNESTO JAMI TAPIA**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“MEJORES PRÁCTICAS DE GREEN IT BASADA EN EL DESKTOP GRID DEL PROYECTO LEGIÓN”** cuyo contenido, ideas, y criterios son de mi autoría y responsabilidad.



Ing. Giovanni Jami Tapia

C.C. 1712214087

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado para nuestro padre celestial quien ha estado conmigo siempre y jamás me ha fallado, se lo dedico a Mati mi hijo quien se merece cada uno de mis logros que son suyos, a mis padres, hermanos y sobrino quienes han estado conmigo en todos los momentos buenos y por supuesto en los malos, a mi esposa, a Panchito y a todos mis familiares.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermanos y sobrino por apoyarme, incentivar me y en todo momento darme ánimos para poder seguir adelante cumpliendo mis metas, gracias a mi hijo por ser quien me motiva a superarme cada día, a mi esposa por tantos momentos de sacrificio. Gracias a todos los familiares que directa o indirectamente me ayudaron para poder concluir con este reto.

ÍNDICE DE CONTENIDO GENERAL

CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1:.....	1
ASPECTOS GENERALES	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	1
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER	2
1.5 OBJETIVO GENERAL	3
1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.7 RESUMEN DEL CAPÍTULO	3
CAPÍTULO 2:.....	4
ESTADO DEL ARTE	4
2.1 GRID COMPUTING.....	4
2.1.1 Características de la Grid.....	5
2.2 GRID EN AMÉRICA LATINA.....	7
2.2.1 CAESAR y Taller de Toledo.....	7

2.2.2	<i>ALICE</i>	8
2.2.3	<i>CEDIA</i>	8
2.3	SMART GRID.....	9
2.3.1	<i>Globus</i>	11
2.3.2	<i>BOINC</i>	16
2.3.3	<i>LHC</i>	23
2.4	RESUMEN DEL CAPÍTULO	26
CAPÍTULO 3:.....		27
ESTRATEGIAS DE GREEN IT PARA DESKTOP GRID.....		27
3.1	CONTROLADORES DE NEGOCIO DE GREEN IT	28
3.1.1	<i>Reducción de Costos</i>	29
3.1.2	<i>Demandas de Requerimientos Legales y Regulatorios</i>	30
3.1.3	<i>Presión Socio Cultural y Política</i>	31
3.1.4	<i>Auto Interés Iluminado</i>	31
3.1.5	<i>Ecosistema de Negocios Responsable</i>	31
3.1.6	<i>Nuevas Oportunidades de Mercado</i>	32
3.2	FACTORES PRÁCTICOS CLAVE CONSIDERADOS EN LAS ESTRATEGIAS GREEN IT.....	32
3.2.1	<i>Economía</i>	33
3.2.2	<i>Tecnología</i>	33
3.2.3	<i>Procesos</i>	33
3.2.4	<i>Gente</i>	34
3.3	PASOS PARA EL DESARROLLO DE LAS ESTRATEGIAS GREEN IT	34
3.3.1	<i>Alineando las estrategias Green IT con los objetivos del negocio</i>	35
3.3.2	<i>Descripciones de la estrategia</i>	35
3.3.3	<i>Plan de Transformación y línea de tiempo</i>	36
3.3.4	<i>Iteración y riesgos</i>	36
3.4	MÉTRICAS Y MEDICIONES EN LAS ESTRATEGIAS GREEN IT.....	37
3.5	RESUMEN DEL CAPÍTULO	41
CAPÍTULO 4:.....		42
MEJORES PRÁCTICAS PARA DESKTOP GRID		42
4.1	EQUIPOS DE TI.....	42
4.1.1	<i>Computación Personal de Escritorio</i>	43
4.1.2	<i>Computación Personal Móvil</i>	44
4.1.3	<i>Computación Organizacional</i>	44

4.1.4	<i>Impresiones y consumibles</i>	45
4.2	ACCIONES PARA LAS TIC VERDES	45
4.2.1	<i>Actitud</i>	47
4.2.2	<i>Política</i>	47
4.2.3	<i>Práctica</i>	52
4.2.4	<i>Tecnología</i>	53
4.2.5	<i>Métricas</i>	54
4.2.6	<i>Framework para Métricas de Green IT</i>	57
4.2.7	<i>¿Qué?</i>	59
4.2.8	<i>¿Cómo?</i>	60
4.2.9	<i>¿Por qué?</i>	65
4.3	MEJORES PRÁCTICAS GREEN IT PARA DESKTOP GRID	66
4.3.1	<i>Métricas ambientales basadas en optimización verde</i>	67
4.3.2	<i>Estrategias frías para evitar el uso de aire acondicionado</i>	67
4.3.3	<i>Perfilamiento de energía de aplicaciones</i>	68
4.3.4	<i>Pasos de la velocidad del CPU</i>	68
4.3.5	<i>Explotación de las condiciones ambientales naturales</i>	68
4.3.6	<i>Hora del día dependiente de las tarifas de energía</i>	69
4.3.7	<i>Gestión de los recursos no utilizados en una Desktop Grid local</i>	69
4.4	RESUMEN DEL CAPÍTULO	70
CAPÍTULO 5:		71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		71
5.1	CONCLUSIONES	71
5.2	RECOMENDACIONES	71
ANEXO 1		75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Green KPIs en Cuatro Grupos</i>	38
Tabla 2 <i>Elementos que forman la Estrategia Green IT</i>	39
Tabla 3 <i>Detalle de los Elementos que forman la Estrategia Green IT</i>	40
Tabla 4 <i>Varios valores verdes derivados de las Organizaciones</i>	52
Tabla 5 <i>Gestión y Métricas de Costo Beneficio para la Organización Verde</i>	61
Tabla 6 <i>Métricas del Centro de Datos de la Organización</i>	63
Tabla 7 <i>Comportamiento Organizacional y del ciclo de vida de métricas</i>	64
Tabla 8 <i>Actitud y Otras mediciones "blandas"</i>	65
Tabla 9 <i>Impacto en las políticas Empresariales Responsables con el Medio Ambiente</i>	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Desktop Grid Proyecto Legión Fase 1	10
Figura 2 Desktop Grid Proyecto Legión Fase 2	10
Figura 3 SMART GRID	11
Figura 4 Infraestructura BOINC mostrando sus elementos básicos	17
Figura 5 Componentes de la infraestructura BOINC e interrelaciones entre los mismos.	19
Figura 6 Arquitectura Legión	21
Figura 7 Flujo de Trabajo de Legión	21
Figura 8 Large Hadron Collider (LHC) Computing Grid.....	25
Figura 9 Empresas verdes van más allá de Green IT.....	27
Figura 10 Controladores para las Estrategias Green IT	29
Figura 11 Pasos para el desarrollo de una estrategia Green IT.....	35
Figura 12 Framework Green IT	42
Figura 13. Equipo de TIC – Usuario final	43
Figura 14 Acciones Green ICT	46
Figura 15 Marco de Desarrollo de la Política de Green IT.....	48
Figura 16 Modelo de Madurez Green IT	55
Figura 17 Control de emisiones por sectores de la industria	56
Figura 18 Framework para Métricas de Green IT	57
Figura 19 Elementos y alcances de las métricas de Green IT	59

RESUMEN

En el presente trabajo se describen seis controladores de negocio Green IT que permiten a la organización emprender la transformación de negocios verdes, y cuatro dimensiones económica, técnica, procesos y gente, mediante las cuales esta transformación tiene lugar, además de las iteraciones de los pasos y los procesos para definir el desarrollo de las estrategias Green IT basadas en el Desktop Grid del Proyecto Legión y una vez que han sido definidos estos pasos, es necesario enfocarse en un nuevo pilar que forma parte del framework para la gestión de Green IT correspondiente a la computación de usuario final sobre el cual se trabaja, y la dimensión horizontal, o acciones, del marco que tiene cinco componentes. Los cuatro primeros son Actitud, Política, Práctica y Tecnología y un quinto que es Métrica. Estas acciones se basan en gran medida en el primer nivel de la jerarquía de la Institución o negocio y finalmente se describen las mejores prácticas de Green IT para Desktop Grid.

Palabras clave:

- **CONTROLADORES DE NEGOCIO**
- **TI VERDE**
- **TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN**
- **GRID DE ESCRITORIO**
- **MARCO**

ABSTRACT

In this thesis, six Green IT business drivers that enable the organization to undertake the transformation of green businesses, and four economic, technical, process and people dimensions are described, by which this transformation takes place, besides the iterations of the steps and processes to define the development of Green IT strategies based on Legion Desktop Grid Project and once these steps have been defined, it is necessary to focus on a new pillar part of the framework for managing IT Green corresponding to end user computer on which one works, and the horizontal dimension, or actions, the frame has five components. The first four are Attitude, Policy, Practice and Technology and a fifth is Metric. These actions are based largely on the first level of the hierarchy of the institution or business and finally the Green IT best practices are described for Desktop Grid.

Keywords:

- **BUSINESS DRIVERS**
- **GREEN IT**
- **INFORMATION TECHNOLOGY**
- **DESKTOP GRID**
- **FRAMEWORK.**

CAPÍTULO 1:

ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción

Grid Computing y Green IT, son parte de las diez (10) tecnologías más estratégicas a nivel mundial (Gartner, 2009). Estos paradigmas aplicados a la Gestión de TI, prometen cambiar radicalmente la forma de trabajar de las empresas, la manera de hacer negocios, la forma de relacionarse entre las personas y en definitiva cambiar la sociedad tal y como en su día supuso la aparición del e-mail o Internet. Por lo tanto, las empresas ecuatorianas no pueden adoptar una actitud pasiva ante la tecnología Grid y Green IT.

Las Desktop Grid son una tendencia emergente en Grid Computing. Al contrario de los sistemas de redes tradicionales, en Desktop Grid los operadores del Sistema de red ofrecen las aplicaciones y los usuarios del sistema de red de escritorio proporcionan los recursos para ejecutar las aplicaciones (Kacsuk, Lovas, & Németh, 2008). Así, una ventaja importante de los sistemas de red de escritorio, es que son capaces de utilizar una gran cantidad de recursos que anteriormente no estaban disponibles para la computación Grid tradicional. En consecuencia, este proyecto de tesis permite definir las Mejores Prácticas de Green IT basada en el Desktop Grid de un súper sistema de cómputo denominado Legión, el cual permite administrar múltiples proyectos apoyado por la infraestructura BOINC.

1.2 Justificación e Importancia

En la actualidad los investigadores sean estos docentes o estudiantes de las Instituciones de Educación Superior, necesitan realizar para sus investigaciones simulaciones y cálculos de grandes cantidades de datos que en una computadora tomarían muchos años ejecutar en el mejor de los casos y que requieren grandes inversiones tanto en software de altas prestaciones como en

hardware, estos requerimientos hacen necesario el uso de Grid Computing, dirigido a la explotación de las sinergias producto de la cooperación de las entidades autónomas distribuidas. Estas sinergias que se desarrollan como resultado de las redes incluyen el compartir, el intercambio, la selección, y la agregación de recursos distribuidos geográficamente para resolver problemas de gran escala en la ciencia y la ingeniería, lo que a su vez conlleva a la necesidad de definir políticas y desarrollar estrategias responsables con el ambiente que permiten implementar métricas, las cuales implementadas en una forma correcta no solamente sirven para reducir la huella de carbono de las Instituciones de Educación Superior, sino que reducen costos en una enorme escala mediante la definición de Mejores Prácticas de Green IT, basadas en el Desktop Grid de un súper sistema de cómputo llamado Legión.

1.3 Planteamiento del Problema

En la época actual estamos atravesando por situaciones muy graves tales como la escasez de energía, el estado del medio ambiente debido al calentamiento global o el exceso de gases en la capa de ozono, problemas que requieren la atención prioritaria por parte de los gobiernos, las empresas privadas y la sociedad en general para paliar el impacto que generan las tecnologías de la información, los actores que participan en su desarrollo, implantación o utilización están en la obligación de realizar todos esfuerzos necesarios.

1.4 Formulación del problema a resolver

¿Están establecidas políticas empresariales responsables con el medio ambiente para el Gobierno de las TICs?

¿Existen estrategias de Green IT con un enfoque holístico para computación distribuida, que maximicen el uso eficiente de recursos de computación disponible parcialmente?

1.5 Objetivo General

Definir las mejores prácticas de Green IT basadas en Grid Computing para el Desktop Grid del Proyecto Legión.

1.6 Objetivos Específicos

- Definir los elementos que forman las estrategias de Green IT con un enfoque holístico para el Desktop Grid del proyecto Legión.
- Describir las mejores prácticas de Green IT para Desktop Grid que permita reducir el impacto ambiental.

1.7 Resumen del Capítulo

En el Capítulo 1 se presenta una justificación del proyecto dirigido a la explotación de las sinergias producto de la cooperación de las Instituciones de Educación Superior distribuidas, su necesidad de definir políticas y desarrollar estrategias responsables con el ambiente, que sirven para reducir las huellas de carbono y reducir el costo definiendo las mejores prácticas de Green IT basados en el Desktop Grid de un súper sistema de cómputo llamado Legión. Se realiza el planteamiento y la formulación del problema a resolver sobre las políticas empresariales responsables con el medio ambiente para el Gobierno de las TIC's y las estrategias Green IT para Grid Computing, se definieron los objetivos Generales para definir las mejores prácticas de Green IT y Específicos para determinar políticas empresariales Green IT y desarrollar estrategias de Green IT para el Desktop Grid del Proyecto Legión.

CAPÍTULO 2:

ESTADO DEL ARTE

2.1 Grid Computing

A mediados de los años 90 fue acuñado la palabra “GRID” para expresar una propuesta de infraestructura en computación distribuida para la ciencia y la ingeniería avanzada (Foster, Kesselman, & Tuecke, 2001); Grid Computing es un sistema que para ser llamado GRID debe cumplir con lo siguiente (Ian, 2002):

- Coordinar recursos que no están sujetos a un control centralizado.
- Usar estándares, abiertos, protocolos de propósito general e interfaces.
- Proveer calidad de servicio no trivial

Con esta idea básica nace el concepto de computación GRID. Lo que pretende la computación GRID es que con una simple conexión a la red (un terminal por ejemplo), se disponga de acceso a diferentes sistemas de computación, almacenamiento, etc., de forma transparente para el usuario, pudiendo estos estar distribuidos en diferentes partes del mundo.

Grid computing, simplemente, es computación distribuida, llevada al siguiente nivel evolutivo. El objetivo, es crear la ilusión de un sencillo, grande y potente ordenador virtual auto administrado de una gran colección de sistemas heterogéneos conectados, que comparten varias combinaciones de recursos. (Viktors, 2002)

La estandarización de las comunicaciones entre sistemas heterogéneos creó la explosión de Internet. La estandarización emergente para compartir recursos, junto con la disponibilidad de mayor ancho de banda, están impulsando un posible paso evolutivo en la computación Grid. (Viktors, 2002)

Grid es una infraestructura que implica el uso integrado y de colaboración de las computadoras, redes, bases de datos e instrumentos científicos de propiedad y gestión de múltiples organizaciones. Las aplicaciones de red a menudo implican grandes cantidades de datos y/o

recursos de computación que requieren el intercambio de recursos seguros a través de las fronteras organizacionales. Grid Middlewares proporcionan a los usuarios la capacidad de computación sin problemas y acceso uniforme a los recursos en el entorno de la red heterogénea. Varios kits de herramientas de software y sistemas se han desarrollado, la mayoría de los cuales son el resultado de proyectos de investigación académica, en todo el mundo. (Rajkumar & Srikumar, 2005)

El objetivo básico de la computación Grid es integrar los recursos dispares a través de dominios de organización, lo que se convirtió en las llamadas organizaciones virtuales. (RedBook, Jacob, Brown, Fukui, & Trivedi, 2005).

Gartner define la computación grid como un método para aplicar una gran cantidad de recursos, por lo general grandes cantidades de capacidad de procesamiento, a una sola tarea, mediante la aplicación de los recursos de más de un sistema. Una red es un conjunto de recursos que se coordinan para resolver un problema común. Grid computing aprovecha varios equipos de varios propietarios para ejecutar uno de los problemas de aplicación muy amplio (Gartner, 2009).

2.1.1 Características de la Grid.

Las características y capacidades que una infraestructura de Grid Computing en las que concuerdan la mayoría de los investigadores en esta área son (Stockinger, 2007):

- Colaboración
- Agregación
- Virtualización
- Orientación al Servicio
- Heterogeneidad

2.1.1.1 Colaboración.

La colaboración es todo acerca de "unión" y esto implica alguna forma de compartir, una Grid tradicional se relaciona a compartir computadoras tales como las grandes súper computadoras en la TeraGrid, redes y depósitos de datos. (Fox, 2006)

2.1.1.2 Agregación.

La Grid permite la posibilidad de añadir recursos individuales causando un recurso virtual grande y de mayor capacidad, y se conserva la capacidad del recurso individual. Por lo tanto, esto permite procesar aplicaciones y trabajos mayores más rápidamente y a un punto de vista local, se conserva la capacidad de ejecutar nuevas aplicaciones. Los recursos deben ser capaces de ser añadidos de forma dinámica o estáticamente. (Stockinger, 2007)

2.1.1.3 Virtualización.

Los servicios de Grid Computing, se presentan a menudo en una interfaz que oculta la complejidad de los recursos adyacentes. Por lo tanto, la Grid tiene la capacidad de virtualizar la suma de todos estos recursos en un solo recurso, lo que permite, por ejemplo, un punto de entrada único para la presentación de trabajos o para ejecutar aplicaciones a gran escala. La virtualización cubre los registros informáticos y los datos; es decir, archivos planos, bases de datos.

Virtualización es la abstracción dentro de un servicio de cada entidad física y lógica en una grid. La virtualización es importante porque permite a los componentes grid (tales como almacenamiento, procesadores, base de datos, servidores de aplicación y aplicaciones) integrarse fuertemente, sin crear ni rigidez ni fragilidad en el sistema. En lugar de hacer lazos fijos que determinan que nodo del servidor de aplicaciones, se encargará de las solicitudes de una aplicación en particular, por ejemplo, o donde una base de datos físicamente ubica sus datos, la virtualización permite que cada componente de la Grid, reaccione a las circunstancias cambiantes más rápidamente y adaptarse a las fallas de componentes sin comprometer el desempeño del sistema en su totalidad (Nash, 2003). La lista de recursos para ser virtualizados puede extenderse de la siguiente manera (Stockinger, 2007):

- Grid como virtualización del flujo de trabajo: Uso de los servicios de Grid Computing para ejecutar y gestionar los procesos a través de múltiples plataformas de computación.
- Data Grid como virtualización de datos: La gestión de colecciones compartidas independientemente de los sistemas de almacenamiento remoto donde la data es almacenada.

- Grid Semántica como virtualización de la información: La capacidad de razonar sobre los atributos inferidos desde múltiples repertorios de información independientes.

2.1.1.4 Orientación al servicio.

Como Grid Computing ha evolucionado, ha quedado claro que una arquitectura orientada a servicios, puede proporcionar muchos beneficios en la implementación de una infraestructura de red (RedBook, Jacob, Brown, Fukui, & Trivedi, 2005).

2.1.1.5 Heterogeneidad.

Una Grid implica una multiplicidad de recursos que son de naturaleza heterogénea y puede abarcar numerosos dominios administrativos a través de una extensión potencialmente global (Berman, Hey, & Fox, 2003), es decir, hay una variedad de diferentes componentes de hardware y software con características diferentes de rendimiento y latencia.

2.2 Grid en América Latina

En la actualidad en América Latina existe una organización no gubernamental sin fines de lucro que estimula la cooperación regional en actividades educativas, científicas y culturales llamada CLARA Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzada.

Para que Red CLARA sea una realidad que beneficia a la Academia y a la Ciencia latinoamericana, muchas personas y acciones debieron ser articuladas. (Red CLARA, 2007)

2.2.1 CAESAR y Taller de Toledo.

Entre marzo y octubre de 2002, con el financiamiento de la Comisión Europea, a través de la Dirección General para las Tecnologías de la Sociedad de la Información (EC, DG, IST),

CAESAR, y con el objetivo de analizar las posibilidades de interconexión directa entre la red de investigación paneuropea, GÉANT, y sus equivalentes nacionales en América Latina, se realizó la unión entre las Redes Nacionales de Educación e Investigación (RNEI) de Portugal y España (FCCN y RedIRIS, respectivamente) y DANTE¹ en torno a la realización de un estudio de factibilidad que se denominó CAESAR (Connecting All European and South (Latin) American Researchers – Conectando a Todos los Investigadores Europeos y Sudamericanos). (Red CLARA, 2007) Ver Anexo 1.

2.2.2 ALICE

El proyecto ALICE (América Latina Interconectada Con Europa) se creó en 2003 para desarrollar la red RedCLARA, que proporciona una infraestructura de red IP de investigación dentro de la región de América Latina y hacia Europa. Fue gestionada por DANTE, y fue 80% financiado por la Comisión Europea. Tenían 4 socios Europeos y 19 socios de América Latina, entre ellos la asociación de redes de investigación latinoamericana CLARA (ALICE, s.f.).

2.2.3 CEDIA

CEDIA Consorcio Ecuatoriano para el Desarrollo de Internet Avanzado, fue creada para estimular, promover y coordinar el proyecto Redes Avanzadas, el desarrollo de las tecnologías de información, las redes de telecomunicaciones e informática enfocadas al desarrollo científico, tecnológico, innovador y educativo, en el Ecuador. Lo integran las Universidades e Instituciones de Investigación y Desarrollo de Ecuador. CEDIA forma parte de CLARA - Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas, está constituida por redes de Latinoamérica e interconecta a éstas con redes de gran relevancia como Internet2 y Geant2. (CEDIA, s.f.)

¹ DANTE (*Delivery of Advanced Network Technology to Europe* – Distribución de Tecnología de Redes Avanzadas a Europa).

2.3 Smart Grid

Una Smart Grid es una integración de sistemas con redes de comunicación y tecnología de la información para proporcionar mejores servicios (Xiao, 2014). El Departamento de Energía de los EE.UU. da una definición más detallada de Smart Grid. Afirma que "una red inteligente permite la participación activa de los consumidores, opera de forma elástica contra el ataque y los desastres naturales, acomoda todas las opciones de generación y almacenamiento, permite la introducción de nuevos productos, servicios y mercados, optimiza la utilización de activos y opera de manera eficiente, proporciona calidad de la energía para la economía digital" (Clifford, 2011)

En el actual sistema de Educación Superior, las instituciones tienen que innovar y adaptarse a producir mejores resultados para los estudiantes, así como asegurar su propio sustento institucional y coadyuvar al bienestar del país. Así, el Desktop Grid Institucional conectaría a los recursos institucionales existentes. En la metáfora, la "energía " se compone de oportunidades y las contribuciones de los graduados. Las instituciones de educación superior son los "generadores" y "distribuidores" que aseguran que la energía fluya para los estudiantes de todos los orígenes. Por el momento para el SNIESE2 no sería necesario el crear un Grid, sino simplemente conectarse a un Desktop Grid, lo cual se realizaría en tres fases:

Fase 1: Con un servidor Web creado, en una Alianza Universitaria se duplica un servidor de Portal Legión Perú con su mismo software y se procesa los cálculos que se requieran en el Grid de BOINC, como se aprecia en la Figura 1

Fase 2: Si una PC con Internet disponiendo de acceso con usuario y clave, requiere hacer algún proceso de cálculo, se conecta al Grid de BOINC y en esta PC puedo aplicar Green IT, ver Figura 2

² SNIESE Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador

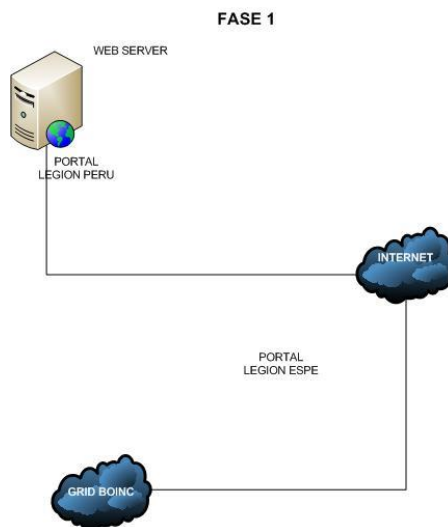


Figura 1 Desktop Grid Proyecto Legión Fase 1

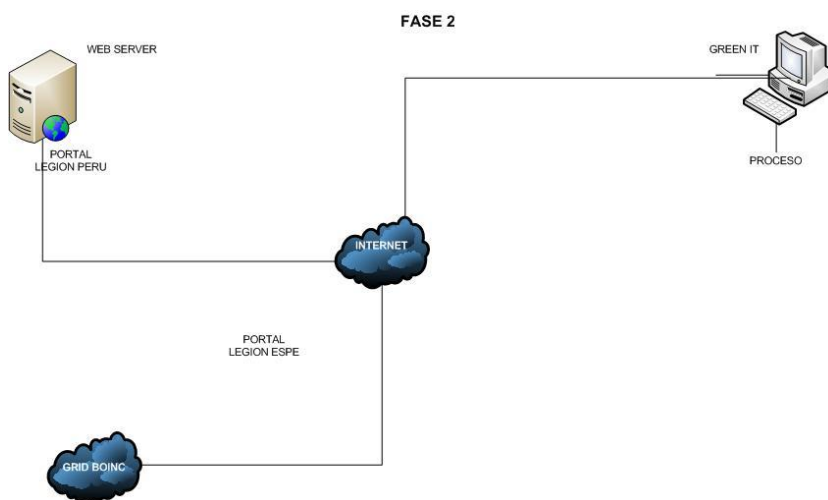


Figura 2 Desktop Grid Proyecto Legión Fase 2

Fase 3: Green IT organizacional en la Granja de Servidores del SNIESE

Si un investigador necesita hacer un cálculo de mil procesos por segundo, se conecta al Servidor de la Universidad, el cual se convierte en un Desktop Grid y los cálculos se realizarían en el Grid como se ve en la Figura 3

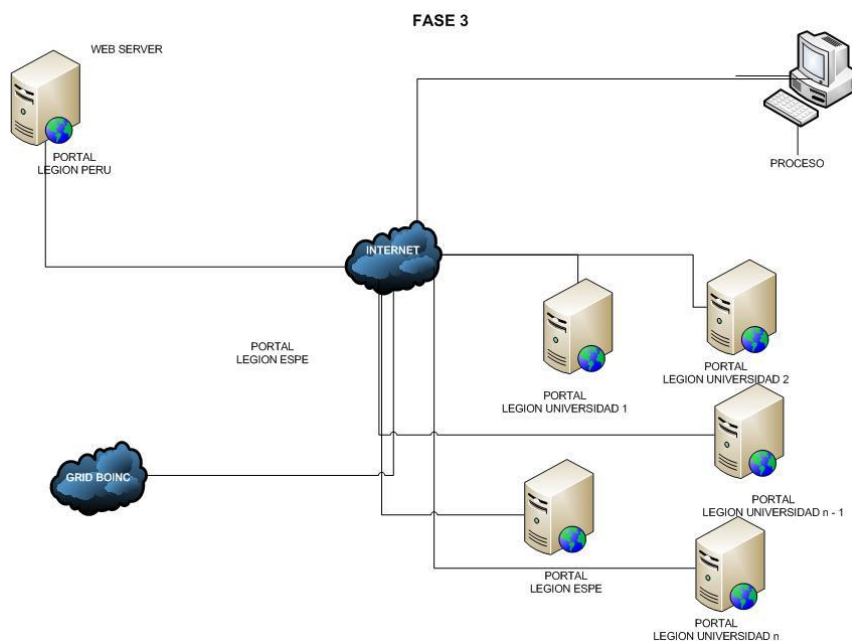


Figura 3 SMART GRID

2.3.1 Globus

Globus Alliance es un programa de investigación sobre tecnologías GRID, que proporciona una estructura de software de código abierto, la cual permite a las aplicaciones, ver los recursos de computación heterogéneos distribuidos como si fuese una máquina virtual.

El proyecto Globus, es un esfuerzo de investigación multi-institucional estadounidense con el fin de permitir la construcción de Grids computacionales. Actualmente los investigadores de Globus están trabajando junto con High-Energy Physics y la comunidad Climate Modeling para construir un data Grid. Un elemento central del sistema Globus es el Globus Toolkit, que define los servicios básicos y aptitudes necesarias para la construcción de Grids computacionales. (Buyya, 2012)

El Globus Toolkit, es un conjunto de herramientas de código abierto organizado como un conjunto de componentes débilmente acoplados. Estos componentes consisten en servicios, las bibliotecas de programación y herramientas de desarrollo diseñadas para la construcción de

aplicaciones basadas en la Grid. Los componentes de GT se dividen en cinco áreas generales: (Sotomayor & Childers, 2006)

- Dominio de seguridad
- Gestión de datos
- Gestión de la ejecución
- Servicios de Información
- Tiempo de ejecución común.

2.3.1.1 Seguridad

Los componentes de GT de seguridad, denominados colectivamente como la Infraestructura de Seguridad Grid (GSI) proporcionan un servicio de autenticación que se ejecuta en cualquier lugar Single Sign-On, con soporte para delegación de credenciales a subcomputaciones, control local sobre autorización, y mapeo desde lo global hasta las identidades de usuarios locales (Berman, Hey, & Fox, 2003), facilitan las comunicaciones seguras y la aplicación de políticas uniformes entre sistemas distintos.

- **Autenticación y Autorización:** Incluye bibliotecas y herramientas para controlar el acceso a los servicios y recursos, junto con un marco que permite el uso de diferentes métodos de autorización, incluyendo métodos escritos por el usuario.
- **Delegación:** Toolkit incluye un servicio que delega credenciales a un contenedor.
- **Autorización de la Comunidad:** Las organizaciones virtuales pueden usar los Servicios de la Autorización de la Comunidad para administrar las políticas de autorización para los recursos VO.
- **Administración de Credenciales:** Este componente incluye SimpleCA, una Autoridad de Certificación simple para usuarios sin acceso a un full-blown CA, y MyProxy, un repositorio de credenciales en línea.

2.3.1.2 Gestión de Datos

Dado que la seguridad es uno de los temas más importantes en entornos grid, Globus Toolkit 4 incluye varios tipos de componentes de seguridad (Jacob, Brown, Fukui, & Trivedi, 2005).

- **GridFTP:** Este componente incluye un servidor GridFTP completamente funcional, y varias utilidades del lado del cliente. El protocolo GridFTP está especialmente optimizado para transferir grandes cantidades de datos entre hosts.
- **RFT:** El servicio de transferencia de archivos fiable es un servicio WSRF habilitado que utiliza GridFTP internamente para mover grandes cantidades de datos. Ofrece varias características interesantes GridFTP, tales como la posibilidad de reanudar transferencias interrumpidas.
- **Localización de Réplica:** El Servicio de Localización de Replicación (RLS), permite a los usuarios realizar un seguimiento de la ubicación de las diferentes réplicas de un conjunto de datos en una organización virtual.
- **Replicación de Datos:** El servicio de replicación de datos (DRS) utiliza SPI y RFT para garantizar que las copias locales de las réplicas estén disponibles para los hosts que los necesitan.
- **OGSA-DAI:** OGSA acceso a datos e integración, proporciona un marco para acceder e integrar conjuntos de datos en una Grid que puede estar disponible en diferentes formatos (archivos de texto plano, bases de datos, archivos XML, etc.).

2.3.1.3 Gestión de ejecución

Los componentes de Gestión de Ejecución se ocupan de la iniciación, seguimiento, gestión, programación y/o coordinación de los cálculos remotos de los programas ejecutables, conocidos como trabajos.

- **Administración y Distribución de Recursos Grid (GRAM):** GRAM es el corazón de Gestión de Ejecución GT, la prestación de servicios para implementar y supervisar los trabajos en una Grid.

- **Framework Organizador de Comunidad:** Este componente proporciona una interface sencilla a diferentes organizadores de recursos tales como PBS, Condor, LSF y SGE.
- **Administración del Espacio de Trabajo:** Un nuevo componente en el toolkit que permite a los usuarios crear y administrar dinámicamente espacios de trabajo en hosts remotos.
- **Protocolo de Telecontrol Grid:** Este componente proporciona una interface de servicio habilitado WSRF conocido como control de instrumentos remoto.

2.3.1.4 Servicios de Información

Servicio de Información, comúnmente conocido como el Sistema de Monitoreo y Descubrimiento (MDS), se refieren principalmente a la recolección, distribución, indexación, archivo y el procesamiento de la información sobre el estado de los distintos recursos, servicios y configuraciones del sistema, la información recolectada se usa para vigilar y descubrir nuevos servicios o recursos de una organización virtual (Jacob, Brown, Fukui, & Trivedi, 2005).

- **Servicio de Índice:** Este componente es usado para agregar recursos de interés a una VO.
- **Servicio de Disparador:** Como el servicio de índice, el servicio de Disparador también recolecta datos desde los recursos, pero está configurado para ejecutar ciertas acciones basadas en aquellos datos.
- **WebMDS:** Proporciona una vista basada en navegador web de datos coleccionados por los servicios agregadores de GT.

2.3.1.5 Tiempo de Ejecución Común:

Los componentes de tiempo de ejecución común proporcionan un conjunto de librerías y herramientas fundamentales para la celebración de los servicios existentes, así como el desarrollo de nuevos servicios. (Sotomayor & Childers, 2006)

- **Tiempo de Ejecución C:** Incluye herramientas bibliotecas y un entorno de hosting WS para desarrolladores C.

- **Tiempo de Ejecución Python:** Incluye herramientas, bibliotecas del cliente y entornos de hosting Python WS para desarrolladores Python.
- **Tiempo de Ejecución Java:** Incluye herramientas, bibliotecas y entornos de hosting para desarrolladores Java.

La versión actual de Globus Toolkit es la GT5.

2.3.1.6 GSI

La seguridad es una de las partes más importantes de una aplicación GRID. El utilizar Grid Computing implica cruzar fronteras organizacionales, sus recursos van a ser accedidos por una gran cantidad de organizaciones diferentes. GSI Grid Security Infrastructure es utilizado por Globus Toolkit para permitir una autenticación segura a través de una red abierta. (Von, y otros, 2003). Esto plantea muchos retos:

- Tenemos que estar 100% seguros de que todas las organizaciones que usan nuestros recursos estén autenticados adecuadamente y que sean quienes dicen ser.
- Dependiendo de nuestra aplicación, podemos también estar interesados en asegurar la integridad y privacidad de los datos.
- Habrá casos en los que será necesario que el usuario delegue sus poderes a otro usuario; es decir, otros usuarios serán capaces de realizar ciertas acciones en su nombre.

GSI tiene las siguientes características: (Preve, 2012)

- Seguridad de nivel de transporte y de nivel de mensaje.
- Autenticación a través de certificados digitales X.509.
- Varios esquemas de autorización.
- Delegación de credenciales y single sign-on.
- Diferentes niveles de seguridad, contenedores, servicio y recursos.

2.3.2 BOINC

BOINC (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing) es un framework middleware para Grid Computing. Es una infraestructura de computación distribuida, es un sistema de software que permite a los científicos crear y operar proyectos de computación de recursos públicos. Es compatible con diversas aplicaciones, incluyendo aquellos con grandes requisitos de almacenamiento o de comunicación. (Anderson, 2004). Los usuarios con Windows, Linux, Mac y dispositivos móviles basados en Android o iOS (Black & Edgar, 2009) pueden participar en múltiples proyectos BOINC, y pueden especificar cómo sus recursos son distribuidos entre estos proyectos.

BOINC permite la solución de problemas informáticos complejos y de gran escala. Es compatible con diversas aplicaciones, incluyendo aquellos con requerimientos de gran almacenamiento o comunicación. (Anderson, 2004)

BOINC es una infraestructura de software para realizar computación distribuida mediante el paradigma "Desktop Grid", es decir, utilizando un conjunto heterogéneo de computadores interconectados a través de una red del tipo Internet (ya sean computadores independientes o un conjunto de ellos pertenecientes a una determinada organización). (Chávez, Guisado, Lombraña, & Fernández, 2007)

El proyecto BOINC es un grupo de una o más aplicaciones distribuidas que utilizan la plataforma BOINC, manejadas por una organización determinada. Una única URL maestra como página de inicio de su sitio web identifica a cada proyecto BOINC. Pueden colaborar en el proyecto, los usuarios que se registren a través de la URL maestra del mismo, donando ciclos de reloj. A continuación, estos usuarios pueden aportar a la ejecución de las herramientas a las cuales el proyecto sirve con tantos equipos como deseen, mediante la ejecución en sus máquinas locales del cliente BOINC (Bernhard & Emmen, 2013).

La infraestructura BOINC está compuesta de una parte servidora y otra parte cliente como se ve en la Figura 4. La parte servidora, que puede residir en un único servidor o en varios

(proporcionando cada uno parte de la funcionalidad), consta de una base de datos relacional y un conjunto de servicios web y procesos demonio: servidores de distribución de tareas, servidores de datos y servidor web. Los distintos componentes de la infraestructura BOINC y la interrelación entre los mismos se muestran en la Figura 5. Los componentes que se muestran en tono oscuro en dicha figura son proporcionados como parte del sistema BOINC, mientras que el resto deben ser desarrollados por los gestores de la aplicación que se pretenda ejecutar. (Chávez, Guisado, Lombrana, & Fernández, 2007)

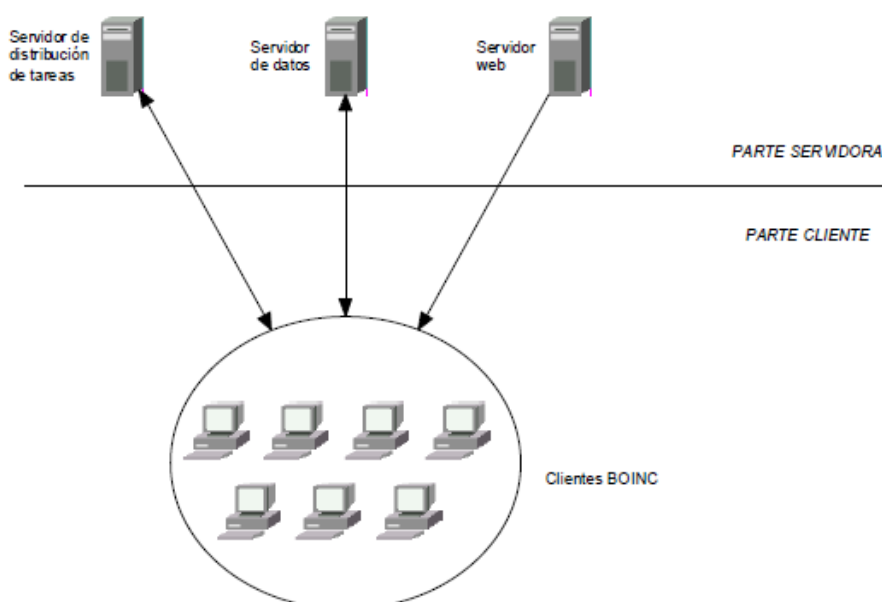


Figura 4 Infraestructura BOINC mostrando sus elementos básicos

Fuente: (Chávez, Guisado, Lombrana, & Fernández, 2007)

- **Parte servidora:** la base de datos de BOINC, se encarga de almacenar descripciones de todos los componentes que intervienen en cada uno de los proyectos BOINC que el servidor puede servir: aplicaciones, plataformas, versiones, resultados, cuentas, equipos, etc.
- **El servidor (o servidores) de distribución de tareas:** realiza el envío de trabajos a cada uno de los clientes y la recepción de informes acerca de los trabajos ya completados por ellos.
- **El servidor (o servidores) de datos:** maneja el envío a los clientes, de la o las aplicaciones a ejecutar relativas al proyecto al cual se ha unido el usuario, junto con los archivos de datos

de entrada para la ejecución de los trabajos. De igual forma, se encarga de la recepción de archivos de datos con los resultados procedentes de los trabajos completados por los clientes.

- **Un servidor web:** se encarga de proporcionar la interfaz del proyecto hacia los clientes. Incluye una serie de páginas web estándar del sistema BOINC, más otras páginas web dependientes de la aplicación que deben ser creadas por los gestores de la misma. Estas últimas pueden almacenar datos propios de la aplicación en una base de datos de la aplicación.
- Todos los componentes de la parte servidora, son controlados por el software motor de BOINC, que puede estar complementado por un motor de la aplicación para controlar funciones específicas de la misma. Como se ha mencionado, todos estos servidores pueden estar situados físicamente en la misma máquina.
- La parte cliente, contiene el software a instalar en cada computador cliente, para realizar la recepción de trabajos y archivos de entrada desde los servidores del proyecto, la ejecución de dichos trabajos y el envío a los servidores de los archivos de datos con los resultados. Consta de un programa cliente BOINC proporcionado por el sistema y de un programa cliente de la aplicación, que debe ser desarrollado por los gestores de la misma para realizar la computación propia de la aplicación en cada computador cliente. El programa cliente de la aplicación se comunica con el cliente BOINC usando la API del sistema BOINC.

Con BOINC el proceso general se divide en tareas pequeñas llamada workunits que consiste en ingreso de datos y código de programación que se ejecuta en segundo plano, estas tareas deben ser independientes unas de las otras en cuanto a secuencia de procesamiento (Cérin & Fedak, 2012). Entre las características más importantes de BOINC, relacionadas con la implementación de la solución en este proyecto, tenemos:

- **Autonomía de Proyectos:** En el servidor BOINC pueden definirse varios proyectos independientes.

- **Administración de Recursos:** Cada uno de los clientes BOINC puede participar en múltiples proyectos, permitiendo configurar la cantidad de recursos asignados a cada uno de éstos: CPU, RAM, espacio en disco, velocidad de red.
- **Disponibilidad de Recursos:** El cliente BOINC se puede configurar para disponer permanentemente de la capacidad de procesamiento de la computadora anfitriona, esté o no siendo utilizada por sus usuarios habituales.
- **Multiplataforma:** Disponibilidad del cliente BOINC para múltiples plataformas: Windows, Linux y Mac OS X.

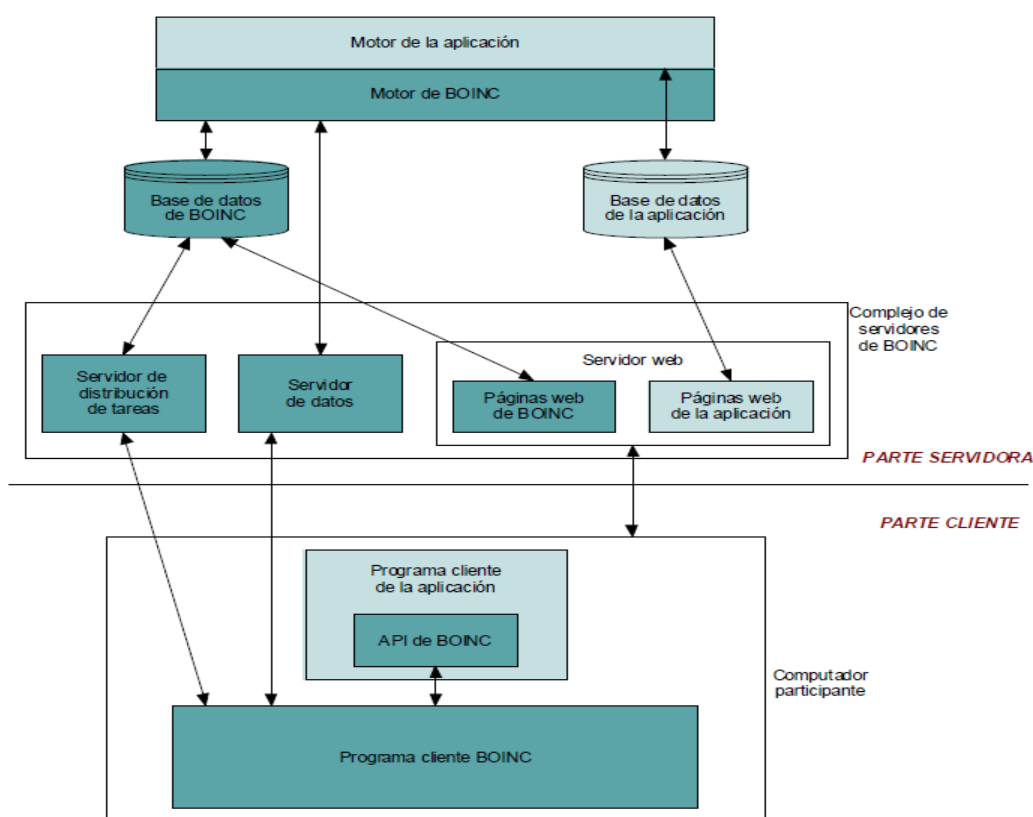


Figura 5 Componentes de la infraestructura BOINC e interrelaciones entre los mismos.³

Fuente: (Chávez, Guisado, Lombrana, & Fernández, 2007)

³ Aquellos con fondo oscuro son proporcionados como parte del sistema BOINC, mientras que aquellos con fondo claro deben ser desarrollados por los gestores de la aplicación que se pretenda ejecutar.

2.3.2.1 LEGIÓN

Legión es un sistema de súper cómputo desarrollado en la Pontificia Universidad Católica del Perú que actualmente posee una potencia de cálculo de 250 procesadores Intel Core 2 Duo, con el propósito de alcanzar una capacidad máxima estimada de 1012 operaciones matemáticas por segundo, hace uso concurrente del potencial disponible en sus laboratorios (Dirección de Informática Académica, 2009).

- **La Arquitectura Legión**

“El Sistema Legión es un desarrollo destinado a la administración a alto nivel de usuarios y proyectos, automatizando los procesos de generación y recopilación de tareas, así como el control de computadores cliente. La arquitectura está formada por”: (Ríos Kruger, Iberico Hidalgo, & Díaz Barriga, 2009)

- La plataforma BOINC, como aplicación base.
- Base de datos en MySQL para la administración de usuarios, computadoras, proyectos y tareas.
- Servidor de archivos web en Apache para almacenamiento de los resultados de cada tarea.
- Aplicaciones en PHP para la interfaz web de usuario.
- Aplicaciones en C++ para la generación de workunits y resumen de los resultados.
- Herramientas en java para el mantenimiento y administración de los computadores.

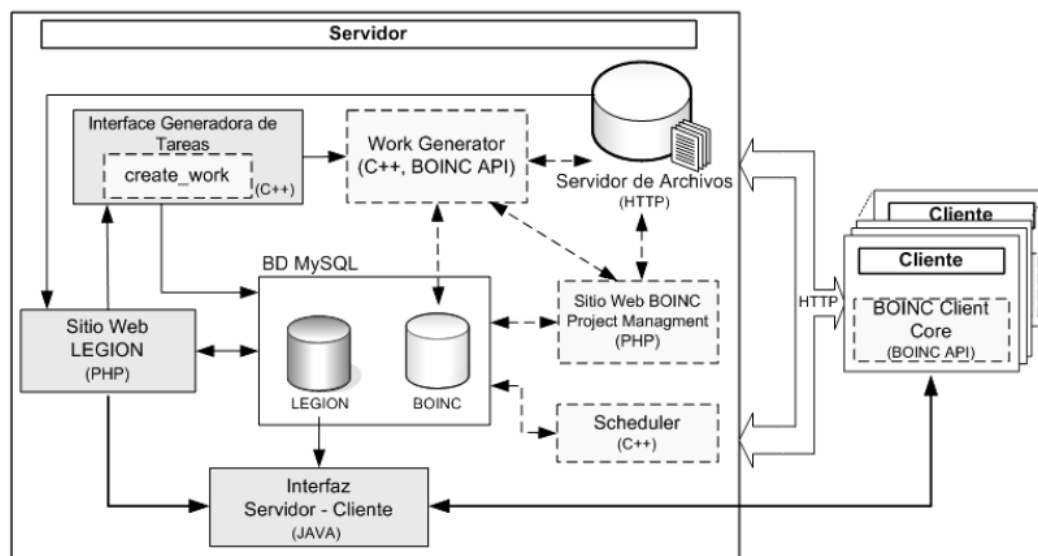


Figura 6 Arquitectura Legión

Fuente: (Ríos Kruger, Iberico Hidalgo, & Díaz Barriga, 2009)

Los equipos que conforman la Computación Grid, poseen la propiedad de pertenencia dinámica; es decir, que cualquier equipo puede unirse a una grid o dejar la misma en tiempo de ejecución, sin dejar de ser operativo (Morillo Tena, 2003). Ver Figura 7

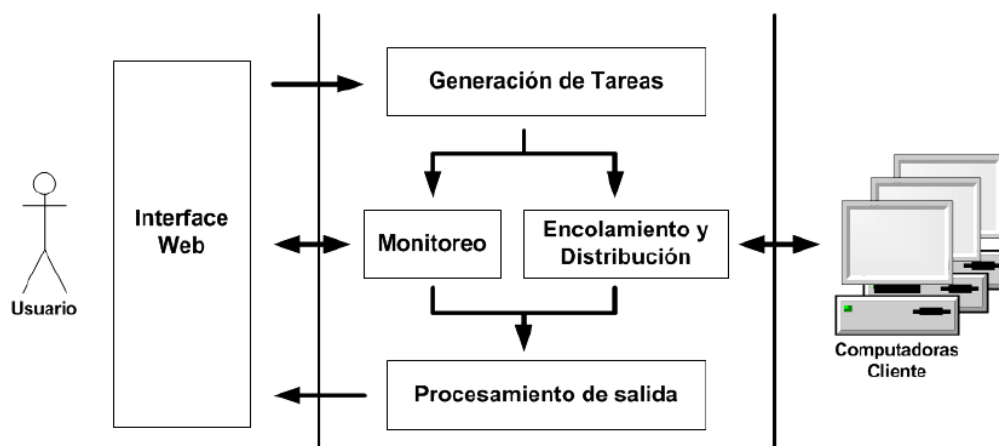


Figura 7 Flujo de Trabajo de Legión

Fuente: (Ríos Kruger, Iberico Hidalgo, & Díaz Barriga, 2009)

- **Interfaz Web:** Es la interfaz que permite el acceso de múltiples usuarios a múltiples proyectos, que forman parte del Sistema Legión, vía web. para indicar el progreso o avance de ejecución de una tarea.

- **Interfaz Generadora de Tareas:** Es la aplicación encargada de la generación automatizada de workunits desarrollada en C++.
- **Interfaz Servidor - Cliente:** Es un conjunto de aplicaciones realizadas en Java, que permiten comunicar al servidor Legión con los computadores clientes a través de BOINC RPC. De este modo los computadores pueden realizar peticiones forzadas de tareas hacia el servidor, minimizando el tiempo muerto de espera de las peticiones de tareas provenientes desde los clientes BOINC.
- **Administración de computadores cliente:** El uso de una Desktop Grid involucra la necesidad de administrar, de manera automática y remota, los múltiples computadores que forman o formarán parte del grid. Por esta razón se han desarrollado una serie de herramientas que permiten interactuar con los computadores a través de BOINC RPC. Dichas herramientas permiten realizar acciones remotas sobre los computadores cliente, como unirse a un proyecto, suspenderse, no solicitar más tareas, separarse de un proyecto, etc.

- **Funcionamiento de Legión**

“Legión posee una interfaz web, la cual permite que el usuario genere las tareas adecuadas relacionadas a un determinado proyecto. Dichas actividades generan internamente workunits, las cuales son enviadas a los computadores cliente vía el sistema de encolamiento y distribución, para su posterior ejecución dentro del grid. Un sistema de monitoreo supervisa los cambios de estado de todos los workunits. Una vez que todos los workunits pertenecientes a una tarea específica finalizan, se realiza un procesamiento de salida que extrae los resultados obtenidos. Finalmente, se genera un reporte que se envía al usuario vía correo electrónico. La interfaz web ofrece además la posibilidad de seleccionar y descargar los resultados obtenidos”. (Ríos Kruger, Iberico Hidalgo, & Díaz Barriga, 2009)

- **Generación de tareas:** Las tareas creadas por los usuarios generan una serie de workunits, mediante una aplicación en C++ y una serie de librerías que provee el API de BOINC. Una vez creadas, las tareas son registradas en la base de datos MySQL.

- **Encolamiento y Distribución:** Una vez que se generan los workunits, éstos son encolados por BOINC, para luego ser distribuidos y procesados en computadores cliente con recursos disponibles. Los computadores cliente seleccionados retornan sus resultados al servidor, donde son almacenados dentro de un servidor de archivos propio de BOINC. Los resultados esperan allí por el procesamiento de salida.
 - **Monitoreo:** El sistema de monitoreo permite tener un control sobre los estados actuales de cada uno de los workunits que conforman una tarea. Este monitoreo se realiza vía disparadores configurados en la base de datos MySQL, permitiendo conocer el progreso de la ejecución de cada una de las tareas. La ejecución de la última tarea invoca el procesamiento de salida.
 - **Procesamiento de salida:** El procesamiento de salida es el último paso en el flujo de ejecución de una tarea, permitiendo realizar un procesamiento sobre cada uno de los archivos de resultados parciales. Este procesamiento es particular para cada proyecto según sus requerimientos.

2.3.3 LHC

El Gran Colisionador de Hadrones (LHC por sus siglas en inglés) fue construido para colisionar protones en un centro de masas de muy alta energía, con el fin de probar las predicciones de diferentes teorías de la física de partículas y para confirmar la existencia del bosón de Higgs (De Aquino, 2014). El LHC fue construido en la "Organización européenne pour la recherche nucléaire" (CERN), cerca de Ginebra, en el túnel que anteriormente comprendía el experimento LEP4, el Gran Colisionador de Electrones-Positrones que funcionó hasta el año 2000. El túnel del LHC tiene 27 kilómetros de circunferencia, está enterrado a unos 100 metros bajo tierra y está diseñado para colisionar protones con una energía máxima de centro de masa de 14 TeV. Las colisiones han comenzado a finales de 2009, alcanzando rápidamente el registro de energía del

⁴ LEP (Large Electron-Positron collider) Gran Colisionador de Electrones-Positrones

centro de masa de 2,36 TeV, superando incluso los límites establecidos por el Tevatron.⁵ (De Aquino, 2014)

A finales de 1990, ya estaba claro que la cantidad esperada de los datos del LHC superaría con creces la capacidad de cálculo a solas de CERN⁶. La computación distribuida fue la elección sensata. El primer modelo propuesto fue MonarC (Modelos de Análisis en Red en los Centros Regionales de experimentos del LHC), en el que los experimentos originalmente basan sus modelos de computación. En septiembre de 2001, el Consejo del CERN aprobó la primera fase del proyecto LHC Computing Grid, liderado por Les Robertson del departamento de TI de CERN. De 2002 a 2005, el personal del CERN e institutos colaboradores en todo el mundo que desarrollan equipos y técnicas de prototipo. Desde 2006, el LHC Computing Grid se convirtió en el Worldwide LHC Computing Grid (WLCG)⁷ como centros de cómputo a nivel mundial llegaron a conectarse al CERN para ayudar a almacenar los datos y proporcionar la potencia de cálculo. (Kahle & Gaillard, 2013)

2.3.3.1 LCG

El proyecto LHC Computing Grid (LCG) se inició en 2002 y su propósito principal es mantener y analizar la cantidad masiva de datos producida por el Gran Colisionador de Hadrones (LHC) (Magoulès, Nguyen, & Yu, 2009). LHC, que actualmente se construye en el CERN, Suiza, es el mayor instrumento científico del planeta.

⁵ El Tevatron está situado en el Laboratorio del Acelerador Nacional Fermi, y fue construido para colisionar protones y antiprotones con un límite de energía del centro de masa de aproximadamente 2 TeV.

⁶ CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear) es el mayor laboratorio de física de partículas del mundo. Está situado en la frontera franco-suiza, muy cerca de la ciudad de Ginebra.

⁷ El proyecto Worldwide LHC Computing Grid (WLCG) es una colaboración internacional de más de 150 centros de cómputo en cerca de 40 países, que vinculan a las infraestructuras nacionales e internacionales de la cuadrícula.



Figura 8 Large Hadron Collider (LHC) Computing Grid

Fuente: (Rodríguez, 2011)

El LCG es una colaboración del CERN como se puede ver en la Figura 8, entre los experimentos del LHC y los centros de computación de los diferentes institutos de física involucrados, en conjunto para desarrollar y preparar el entorno computacional necesario para dar soporte de almacenamiento y análisis a los datos del LHC.

El LCG es el encargado de crear un entorno coherente de comunicación con las partes implicadas, quienes aportan con recursos para este proyecto, cuyos principales objetivos son:

- Desarrollo de nuevas aplicaciones de software de física, librerías científicas, herramientas de almacenamiento, gestión de acceso a datos, etc.
- Desarrollo y despliegue de servicios de computación basados en el modelo de computación GRID.
- Gestión de usuarios, deberes y derechos, dentro de una colaboración internacional en un entorno GRID, no centralizado.
- Colaboración con la redes nacionales y locales de investigación como la National Research and Education Network (NREN), para asegurar un alto ancho de banda entre los centros participantes.
- Coordinar y poner a prueba los diferentes servicios del LHC.

2.4 Resumen del Capítulo

En este Capítulo se presentan definiciones de Grid Computing, sus características de colaboración, agregación, virtualización, orientación al servicio y heterogeneidad, se presenta además la actualidad Grid en Latinoamérica, se muestran las definiciones más importantes de Smart Grid y las tres fases mediante las cuales el SNIESE se conectaría al Desktop Grid, se definen y se describen las componentes de Globus Toolkit, se detalla el framework middleware BOINC, sus componentes y se define que es Legión, su arquitectura, funcionamiento, características, se describe el LHC y su correspondiente Grid Computing el LCG con sus principales objetivos.

CAPÍTULO 3:

ESTRATEGIAS DE GREEN IT PARA DESKTOP GRID

Las estrategias de Green IT son un enfoque estratégico de negocios a largo plazo, que no separan las consideraciones ambientales de los objetivos de negocio. El acercamiento unificado de una organización hacia la responsabilidad ambiental, puede ser visto de una mejor manera como una intersección entre sus intereses comerciales y de sostenibilidad ambiental. Como resultado, las estrategias eficaces de Green IT necesitan continuamente fomentar y demostrar su valor para los grupos interesados en el negocio.

Las estrategias de Green IT tienen en cuenta un enfoque holístico de la conciencia ambiental sobre la base de factores micro y macroeconómicos (Ghose, 2011), en una profunda discusión de estos diversos aspectos de una estrategia Green IT, también conocida como una estrategia de negocio responsable con el medio ambiente (environmentally responsible business strategy - ERBS). (Unhelkar, 2011) El alcance de Green IT va mucho más allá de sus ventajas inmediatas o tácticas, como se ve en la Figura 9.

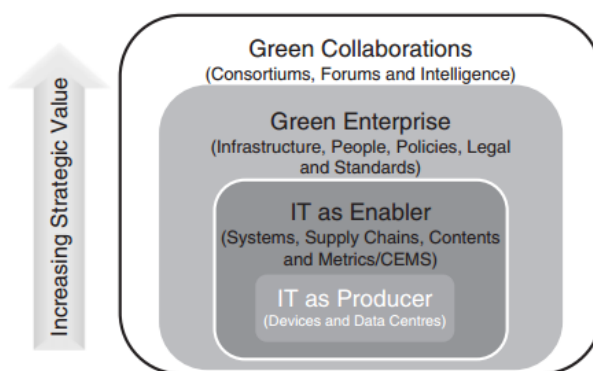


Figura 9 Empresas verdes van más allá de Green IT

Fuente: (Murugesan & Gangadharan, 2012)

TI es un productor de emisiones de carbono que afecta el medio ambiente durante todo el ciclo de vida del producto, incluso durante su uso. Al considerar las TI como un productor de emisiones de carbono, los beneficios inmediatos se pueden obtener mediante la reducción de su uso. Las aplicaciones científicas y la forma en que se implementan, también pueden hacer una gran diferencia en el consumo de energía.

Un enfoque más estratégico para la reducción de la huella de carbono, implicará otras medidas y tomará un marco de tiempo más largo para alcanzarlo. Dada la urgencia de reducir la huella de carbono y cumplir con la legislación, provoca que las empresas a menudo se enfrenten a la necesidad de implementar soluciones tácticas para satisfacer las necesidades inmediatas y mostrar los beneficios de Green IT. (Sherringham & Unhelkar, 2011)

3.1 Controladores de negocio de Green IT

Las empresas necesitan razones de peso para emprender e implementar estrategias de Green IT, estrategias que junto a las políticas, diseño, implementación y prácticas de Green IT están controladas principalmente por la combinación de uno o más de estos controladores de negocio de Green IT que pueden ser agrupados en seis áreas interrelacionadas pero independientes (Unhelkar, 2011) como se muestra en la

Figura 10:

- Costos (incluyendo costos de energía y costos operacionales)
- Regulatorio y Legal
- Socio Cultural y Político
- Nuevas Oportunidades de Mercado
- Auto Interés Iluminado
- Un Responsable Ecosistema del Negocio

Hay una serie de factores que impulsan al Sistema Nacional de Educación para adoptar y aceptar iniciativas Green ICT. Cuatro de tales iniciadores específicos que impulsan a una organización a desarrollar e implementar una estrategia responsable con el medio ambiente son la

presión social y política, las normas y reglamentos, el interés propio y un iluminado ecosistema responsable de colaboración de la organización.

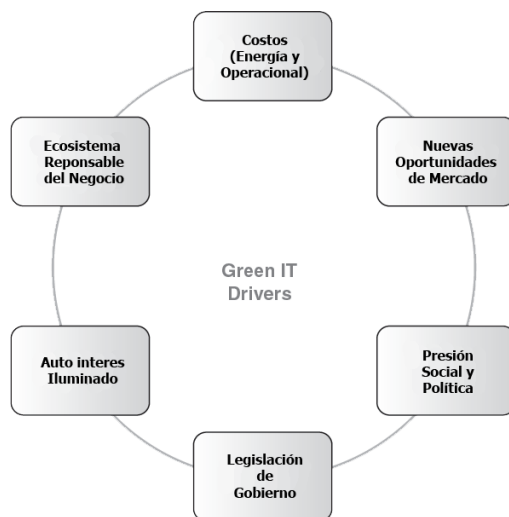


Figura 10 Controladores para las Estrategias Green IT
Fuente: (Murugesan & Gangadharan, 2012)

3.1.1 Reducción de Costos

Un buen enfoque sostenible de una organización, incluye oportunidades para optimizar sus procesos, consolidar sus tecnologías, y con ello reducir sus costos (Unhelkar, 2011). La reducción de costos proporciona un excelente controlador para que una organización llegue a lograr una estrategia global Green IT. Como resultado de una iniciativa ecológica, la reducción de costos podría derivarse de minimizar el consumo de energía (mejora de la eficiencia energética), la reducción del uso de materias primas y equipos, reciclaje de equipos, residuos y optimizar el almacenamiento y el inventario.

Mientras los esfuerzos para reducir los costos puedan proporcionar un impulso para la reducción de emisiones de carbono, las organizaciones que llevan a cabo las transformaciones verdes, tienen que ser conscientes de la inversión en la que tienen que incurrir como resultado de su esfuerzo ambiental (Murugesan & Gangadharan, 2012). Por ejemplo, la optimización de un proceso de negocio puede eliminar la necesidad de una máquina de escritorio, pero, en cambio,

puede haber una necesidad de reemplazar esa máquina de escritorio con un dispositivo móvil (Unhelkar, 2011).

La virtualización de un centro de datos, al tiempo que mejora la utilización de recursos y la reducción de los costos de enfriamiento, requerirá una inversión inicial de la empresa para la implementación de la virtualización (Murugesan & Gangadharan, 2012). A nivel organizacional, los costos asociados con un programa de transformación de la empresa verde, deben tenerse en cuenta junto con la reducción de costos prevista, debido a la transformación (Unhelkar, 2011).

3.1.2 Demandas de Requerimientos Legales y Regulatorios

Las reglas de gobierno y las regulaciones comprenden un mayor controlador para muchos programas de transformación de las empresas verdes. La importancia relativa otorgada al factor regulatorio, en comparación con otros factores tales como la auto-iniciación de la organización, la demanda de los clientes y la presión de la sociedad, son los más altos, 70% según lo reportado por Unhelkar (Unhelkar, 2011). Actos reglamentarios como NGRS⁸ y CPRS⁹ requieren organizaciones para informar obligatoriamente sus emisiones de carbono, una vez que ellos han alcanzado un cierto nivel. Los organismos reguladores también proporcionan algunas calculadoras básicas (por ejemplo, OSCAR¹⁰) para permitir el cálculo de gases de efecto invernadero. Estas calculadoras se utilizan para llegar al total de emisiones de carbono de la organización que pueden ser utilizados para decidir si la organización se enmarca en un requisito de información obligatorio (Murugesan & Gangadharan, 2012).

⁸ National Greenhouse and Energy Reporting System NGRS

⁹ Carbon Pollution Reduction Scheme CPRS

¹⁰ Online System for Comprehensive Activity Reporting OSCAR

3.1.3 Presión Socio Cultural y Política

La presión sociocultural y política se convierte en la principal fuerza motriz por la que la sociedad de la organización reconoce el medio ambiente como un valor significativo y está interesado en protegerlo. Esta aceptación de la importancia del medio ambiente para la sociedad, ejerce presión sobre la organización a cambiar. Por ejemplo, el aumento de la popularidad y la adhesión a la Hora del Planeta (último sábado de marzo, en la mayoría de los países), en el que casi todos los grandes edificios de todo el mundo apagarán su energía eléctrica para todas las cosas no esenciales durante una hora.

3.1.4 Auto Interés Iluminado

El interés propio entra en juego cuando una organización, por su propia iniciativa, se da cuenta de la necesidad de ser responsable con el medio ambiente y los beneficios de serlo, crea o adopta una estrategia verde. Se puede incluir una amplia gama de intereses, incluyendo el deseo de la organización para llevar a cabo un verdadero bien común, la necesidad de liderazgo empresarial para lograr la satisfacción personal o de mantener o elevar la moral del empleado o, simplemente, la comprensión de los responsables de las tomas de decisiones, que los costos pueden ser reducidos y los clientes más satisfechos con un enfoque de auto-interés que también ayuda al medio ambiente (Murugesan & Gangadharan, 2012).

3.1.5 Ecosistema de Negocios Responsable

Este controlador entra en juego cuando una organización, por propio acuerdo, se da cuenta de la necesidad de ser responsables con el medio ambiente, y crea o adopta una estrategia verde (Unhelkar, 2011). Si una gran organización que tiene una mirada de diferentes asociaciones, con sus numerosas organizaciones de menor tamaño que colaboran, cambia su dirección y las

prioridades, entonces esas organizaciones colaboradoras también tienen que cambiar sus prioridades como consecuencia. Cuando una organización tan grande, se embarca en programas de sostenibilidad del medio ambiente de una manera importante que abarca su cadena de suministro, todo un ecosistema formado por los socios de negocios, proveedores y clientes, y las organizaciones de usuarios internos, junto con la industria y los consorcios empresariales correspondientes en los que la organización existe, se ve afectado. Estos diferentes grupos de interés y asociaciones son invariablemente empujados a la ejecución de iniciativas y estrategias ambientalmente responsables (Murugesan & Gangadharan, 2012).

3.1.6 Nuevas Oportunidades de Mercado

La conciencia ambiental global, las legislaciones correspondientes y la presión sociocultural y político en las empresas, han creado oportunidades para nuevos mercados que no existen o que ni siquiera se preveían hace unos años. Por ejemplo, estos nuevos mercados pueden crear y ofrecer productos y servicios que ayudan a otras organizaciones en el logro de sus iniciativas y objetivos verdes. Por lo tanto, estamos hablando no sólo sobre "las empresas que son verdes", sino también sobre "verde como una oferta de negocio". Por ejemplo, el software de gestión de emisiones de carbono (CEMS) es una nueva generación de aplicaciones de software que están disponibles ahora. Los desarrolladores de estas nuevas aplicaciones de software han descubierto un mercado que antes no existía. Por lo tanto, en la práctica, estos controladores se traducirían en una combinación de controladores para el negocio para iniciar TI verde, en función de lo que considera como sus propios problemas ambientales y de negocios clave (Murugesan & Gangadharan, 2012).

3.2 Factores Prácticos Clave considerados en las Estrategias Green IT

Una vez que los controladores que proporcionan el impulso necesario para el negocio de sus iniciativas verdes son identificados y documentados, conducen a la discusión sobre las áreas de

negocio que son propensos a ser afectados por los cambios. Los cambios resultantes de las iniciativas de Green IT transforman a la organización y, por lo tanto, la comprensión de ellos es una parte integral de una estrategia Green IT. Una organización cambia o se transforma a lo largo de cuatro líneas o dimensiones diferentes (Unhelkar, 2011), economía, técnica, proceso y gente.

3.2.1 Economía

Las consideraciones económicas son uno de los factores clave en la decisión de una organización para aplicar las políticas y los sistemas ambientales. Los costos asociados con transformaciones verdes y el retorno de esos costos son las primeras en aparecer en las mentes de los líderes y los responsables de la transformación verde (Unhelkar, 2011).

3.2.2 Tecnología

En este contexto, por la tecnología nos referimos a hardware, la infraestructura de red, software y aplicaciones de una organización. Este es también el aspecto más "popular" y visible de Green IT (Unhelkar, 2011). Apagar los monitores, la virtualización de servidores y el evitar la impresión en papel físico son los aspectos iniciales, visibles del cambio que se produce a lo largo de esta dimensión. Esto es seguido por el cambio estratégico a largo plazo en la forma en que el centro de datos está organizado (incluyendo su construcción física, el sistema de rack o bastidor y de los propios servidores reales) y operado (Murugesan & Gangadharan, 2012).

3.2.3 Procesos

La dimensión de proceso de una organización se ocupa de "cómo" se hacen las cosas dentro de una organización. Reingeniería de procesos empresariales es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos de negocio para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costo, calidad, servicio y rapidez (Hammer & Champy, 1993). La gestión de procesos de negocio verde (BPM) es donde un modelo de

organización, estudia y optimiza sus procesos con el fin de mejorar sus credenciales ecológicas. Este trabajo consiste en la optimización de los procesos existentes y la introducción de nuevos procesos verdes, consciente de que no sólo reducirán las emisiones de carbono, sino también mejorarán la experiencia del cliente (Murugesan & Gangadharan, 2012)

3.2.4 Gente

La dimensión más difícil y tal vez lo más complejo de una transformación de la empresa verde, es la persona. Mientras que el aspecto de personas de un comportamiento de la organización se ha estudiado profundamente, en esta cuestión se enfoca sobre las actitudes de los individuos y la configuración sociocultural en que se desenvuelven, en el contexto del medio ambiente. El mismo controlador sociocultural que impulsa la organización hacia Green IT también ofrece retos cuando la organización se compromete a que la transformación, adicional a los distintos empleados y los clientes a nivel de base, tienen un reto importante en el tratamiento de la dimensión humana en el contexto de liderazgo empresarial para la transformación de Green IT (Murugesan & Gangadharan, 2012)

3.3 Pasos para el desarrollo de las Estrategias Green IT

Los siguientes son los pasos principales que se pueden ejecutar de forma iterativa para producir una estrategia de TI verde (Murugesan & Gangadharan, 2012) ver Figura 1Figura 11.

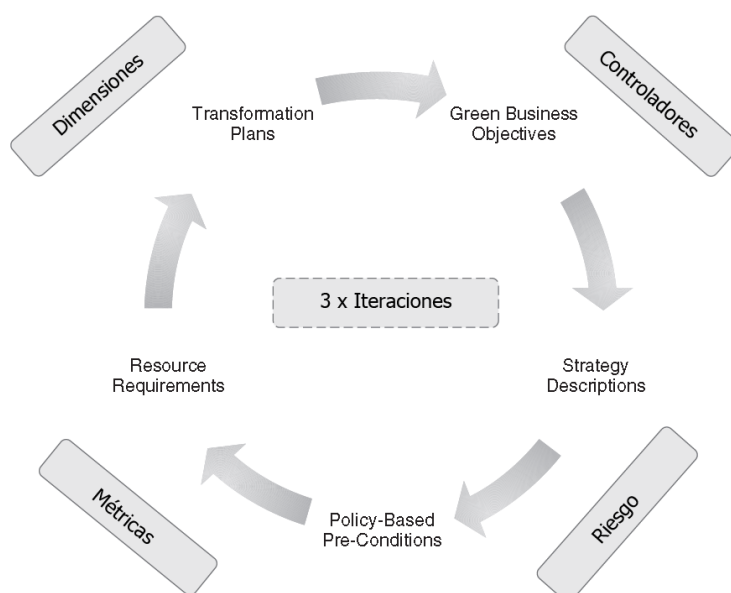


Figura 11 Pasos para el desarrollo de una estrategia Green IT
Fuente: (Murugesan & Gangadharan, 2012)

3.3.1 Alineando las estrategias Green IT con los objetivos del negocio

Los objetivos empresariales verdes, son los objetivos básicos para una transformación emprendedora de negocios verde. Estos objetivos necesitan estar alineados con los objetivos de carbono de la organización y el negocio. Los factores clave que afectan a la organización proporcionarán una comprensión del objetivo de negocio para convertirse en verde. Por ejemplo, si la reducción de costos es el factor clave, entonces aquello se reflejará en los objetivos de negocio que figuran en la estrategia de Green IT, y las métricas correspondientes que se le aplican a estos (Murugesan & Gangadharan, 2012).

3.3.2 Descripciones de la estrategia

Detalla el enfoque de la organización que llegará a convertirse en verde. Las dimensiones de la transformación verde (económica, técnica, procesos y gente) proporcionan entradas dentro de la descripción de estrategia. La cantidad de tiempo necesario para la aplicación (por ejemplo, tres años), también entrará en juego aquí. Las organizaciones pueden fácilmente tomar de 1 a 3 meses

(o más, dependiendo del tamaño de la organización) para desarrollar sus descripciones de estrategia Green IT (Unhelkar, 2011).

3.3.3 Plan de Transformación y línea de tiempo

El desarrollo de un plan de transformación verde, es el paso final e importante en el desarrollo de una estrategia Green IT. Un plan de transformación es un plan de proyecto que contiene tareas, roles y entregables, junto con una línea de tiempo para la entrega. Por lo general, este plan de proyecto de transformación, proporciona la hoja de ruta para la transformación. Este plan se divide generalmente en dos partes, una hoja de ruta de alto nivel que identifica las principales áreas de trabajo, entregables y líneas de tiempo, que pueden ser seguidos por un plan detallado, plan de proyecto de tarea por tarea, que hace uso de todo proyecto conocido y técnicas de gestión de programas (Murugesan & Gangadharan, 2012).

3.3.4 Iteración y riesgos

El desarrollo de una estrategia de Green IT no debe ser un proceso unidireccional. En su lugar, debe ser desarrollado como un proceso iterativo que va a través de todos los conductores, las dimensiones, los riesgos y las métricas, más de una vez como se muestra en la Figura 11. Se puede necesitar tres iteraciones para llegar a un plan Green IT final, comprensivo y accionable. Estas iteraciones a veces van en un período de 3 a 6 meses, también pueden incluir la observación de las tendencias de la industria nuevos desarrollos con respecto a Green IT.

Las empresas deben desarrollar e implementar su propia estrategia verde a corto y largo plazo, teniendo en cuenta su infraestructura de TI actual y su utilización, así como los requisitos de negocio actuales y futuros (Lamb, 2009). Las siguientes son las estrategias empresariales Green IT:

- Comprometerse con los interesados clave del negocio y crear conciencia sobre los problemas ambientales y su impacto en la empresa y el medio ambiente. También, explicar el valor del negocio y la necesidad de Green IT TI empresarial.


- Realizar auditorías, analizar la utilización de TI, revisar las compras de TI y orientar políticas y prácticas, evaluar el costo e impacto del ambiente de TI, e identificar las áreas que se quiere hacer verdes.
- Establecer metas verdes y objetivos internos para reducir la huella de carbón junto con una hoja de ruta.
- Desarrollar e implementar una política Green IT que permita alcanzar una mayor utilización de sus sistemas de TI mientras reducen el uso de energía y disminuyen su impacto ambiental, realizándolo por fases y no necesariamente todo a la vez.
- Alentar y motivar su fuerza de trabajo para seguir una hoja de ruta que se trace y se llegue a implementar. Además animar a sus clientes, proveedores y contratistas a adoptar prácticas verdes.
- Monitorear su progreso regularmente, observe las tendencias de las industrias y los nuevos desarrollos, revisar sus políticas verdes cuando sea necesario.
- Haga públicas sus políticas ambientales, acciones y logros, de manera que obtenga el crédito y reconocimiento que merece de sus clientes, compañeros, grupos industriales y defensores del medio ambiente, organismos gubernamentales y la sociedad en general.

3.4 Métricas y mediciones en las estrategias Green IT

Las métricas de desempeño de TI verde de una organización pueden estar basadas en objetivos de ROI internos y/o en requerimientos de reportes legales sobre los requisitos legales de información. Mientras que la serie de normas ISO 14000 pueden proporcionar un punto de partida excelente para los indicadores clave de rendimiento (KPI) para la Green IT, CEMS se puede utilizar para automatizar, medir e informar sobre las emisiones de carbono y la huella de carbono. Indicador clave de rendimiento (KPI) proporciona información sobre el desempeño de una organización en función de criterios definidos y medibles. KPI puede proporcionar ayuda en la medición del progreso de una organización en el ámbito de la sostenibilidad ambiental y Green IT (Unhelkar, 2011). Un KPI describe la preferencia no funcional de un actor con respecto a una medida determinada (por ejemplo, las emisiones de CO₂). KPI nos permiten discriminar entre los diseños o realizaciones alternativas (Murugesan & Gangadharan, 2012).

En la Tabla 1 se presentan algunos indicadores clave de rendimiento típicos que deben ser incorporados en una organización que está llevando a cabo estrategias verdes. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** resume los elementos de las Estrategias Green IT, los cuales se han agrupado en cuatro categorías: Controladores, Dimensiones, Negocio y Sistemas. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se destaca el hecho de que la Estrategia de Negocio Responsable con el Medioambiente está incorporada y es parte integral de la estrategia del conjunto de negocios de una organización, cada uno de estos elementos influye en la forma en la que la organización opera. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el detalle de los elementos que forman la estrategia Green IT.

Tabla 1
Green KPIs en Cuatro Grupos

	Metas / KPI (Líneas de tiempo, longitudes y profundidades) Mi organización experimentará lo siguiente:
Dimensiones primarias	
Económica	Reducción del consumo de energía en un 10% de su nivel actual al año durante 3 años. Aumento de servicios verdes (suma de un servicio detallado dedicado a verde).
Técnica	Utilizar servidores de datos virtualizados para toda su almacén de datos; Utilizar contadores inteligentes para grabar, publicar de nuevo, y controlar las emisiones
Continúa 	

Procesos	Optimizar SCM ¹¹ para reducir las emisiones en los procesos individuales de reingeniería.
Gente	Capacitar a las personas para Green IT en todos los niveles. Teleconmutar una vez a la semana para reducir las emisiones.

Tabla 2
Elementos que forman la Estrategia Green IT

Controladores	Dimensiones	Negocio	Sistemas
Costos e Ingresos			
Sociocultural y Político		Políticas, prácticas y procedimientos	Datos
Regulatorio y Legal	Económica	Sistemas y apoyo	Información
Autointerés Iluminado	Gente	Cumplimiento legal	Procesos
	Procesos	Arquitectura	Conocimiento
Ecosistema de Negocios Responsable	Tecnología	Métricas ambientales	Inteligencia ambiental
		Mantenimiento	Implementación de la Inteligencia Ambiental incluida Green ICT
Nuevas Oportunidades de Mercado			

¹¹ Supply Chain Management SCM

Tabla 3*Detalle de los Elementos que forman la Estrategia Green IT*

Detalle de los Elementos que forman la Estrategia Green IT	Detalle
Controladores	<p>Estos son los factores que motivan a una organización a tomar una estrategia Green IT y emprender la transformación. Seis controladores han sido identificados en la estrategia Green IT y constan en la primera columna al igual que en el Capítulo 3 (ver <i>¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.</i>)</p>
Dimensiones	<p>Estas son las áreas a través de las cuales se emprende la transformación. En la segunda columna existen cuatro dimensiones identificadas y listadas (ver <i>¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.</i>). Tal como se puede ver en el Capítulo 3, la estrategia de negocio responsable con el medio ambiente necesita considerar todos los cuatro componentes de una estrategia: Económica, Gente, Procesos y Tecnología.</p>
Negocio	<p>Este es el dominio de políticas, prácticas y procedimientos comprometidos por la organización a través de cada una de las cuatro dimensiones.</p>
Sistemas	<p>Estos son los sistemas, Tecnología de la Información y Aspectos de Contenido de Green IT. Esta es la evolución más allá del concepto de inteligencia de negocio, dentro de la cual se considera como inteligencia ambiental.</p>

3.5 Resumen del Capítulo

En este tercer capítulo se dan indicaciones sobre el ahorro de energía aplicable a Desktop Grid, presentados en las áreas que constituyen las TIC, posteriormente se detallan los controladores de Green IT que agrupan a las seis áreas interrelacionadas pero independientes, una vez identificados los controladores se discuten los factores prácticos clave en las estrategias Green IT, posteriormente se indican los pasos para el desarrollo de las estrategias Green IT, finalmente se presentan algunos indicadores clave de rendimiento que deben ser incorporados.

CAPÍTULO 4:

MEJORES PRÁCTICAS PARA DESKTOP GRID

Una vez que en el capítulo anterior se han identificado los controladores, las dimensiones y los pasos para el desarrollo de las estrategias Green IT es necesario enfocarse en un nuevo pilar que forma parte del framework para la gestión de Green IT correspondiente a la computación de usuario final.

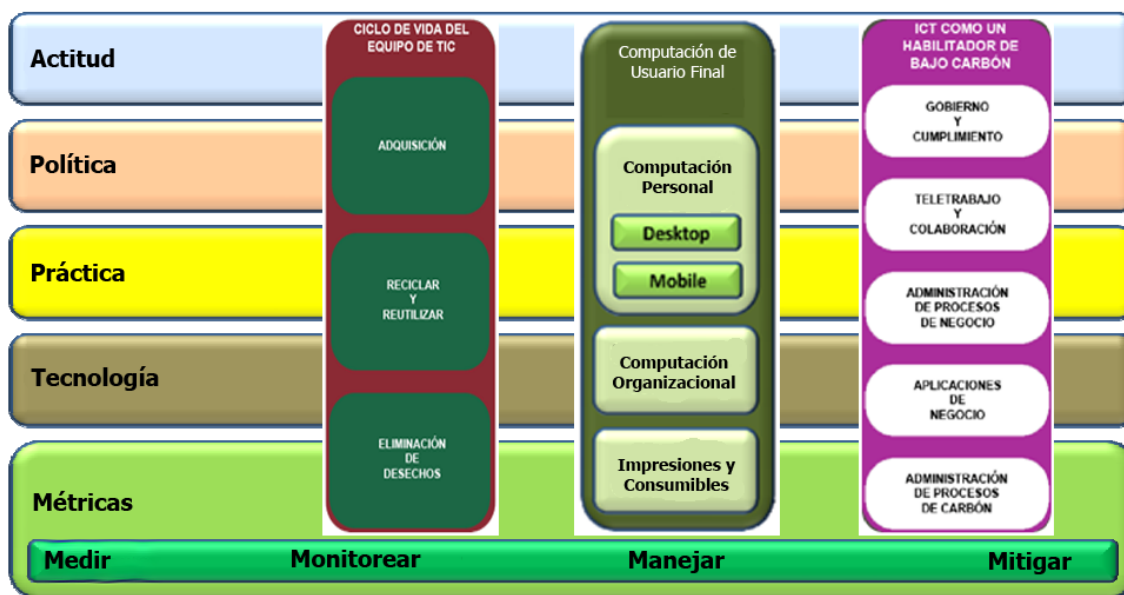


Figura 12 Framework Green IT

Fuente: (Unhelkar, 2011)

4.1 Equipos de TI

Se aplicarán en los equipos de TI de Computación Personal (Escritorio y Móvil), es decir, aunque habitualmente estos Equipos de TI se constituyen en cuatro áreas:

- Computación Personal (escritorio)
- Computación Personal (móvil)

- Computación Organizacional
- Impresión y Consumibles.

Para cada uno de ellos hay una serie de diferentes tecnologías y técnicas que pueden reducir el consumo de energía de la organización y la huella de carbono. La Informática de usuario final es especialmente importante porque, es la única parte de TI que existe fuera de la función de las TI especializadas, que tiene el mayor efecto sobre las actitudes verdes en general y el comportamiento de la fuerza de trabajo de la Organización¹². El proyecto no contempla especificar las estrategias de Green IT para Computación Organizacional e Impresoras y consumibles.



Figura 13. Equipo de TIC – Usuario final
Fuente: (Philipson, 2010)

4.1.1 Computación Personal de Escritorio

Es importante en todos los tamaños de organización, pero en las organizaciones más pequeñas, es importante, ya que representa las principales áreas de las TIC verdes, y en las organizaciones más grandes, el gran número de usuarios finales significa que la eficiencia en esta área puede hacer una enorme diferencia en el consumo de energía. (Philipson, 2010)

¹² En este proyecto cuando se mencione Organización, se hace referencia a las Universidades y Escuelas Politécnicas que conforman el Sistema Nacional de Educación Superior del Ecuador.

4.1.2 Computación Personal Móvil

Un número cada vez mayor de usuarios finales de los sistemas de TIC corporativos ya no están atados a sus escritorios. Trabajan en los cafés, en las oficinas del cliente, en el transporte público y en el hogar. Muchos de ellos utilizan los computadores portátiles, que tienen problemas de administración de energía similares a computadoras de escritorio. Pero muchos de ellos también utilizan una variedad de otros dispositivos móviles, como netbooks, teléfonos inteligentes y PDA (asistentes digitales personales). Estos dispositivos en sí mismos utilizan una gran cantidad de energía, pero todavía hay una serie de consideraciones TIC verdes que deben ser tomados en cuenta en su uso (Philipson, 2010).

Preferiblemente una aplicación debe utilizar el poder de procesamiento tan eficientemente como sea posible y no utilizar demasiado otros componentes del sistema. También debe haber un equilibrio entre la duración de los trabajos en el equipo de voluntarios y el tiempo medio entre el apagado. Es necesario que los propietarios de computadores portátiles solo permitan al Desktop Grid utilizar parte de la capacidad del computador, para evitar que el equipo encienda los ventiladores para extraer el calor excedente (Bernhard & Emmen, 2013). Un Desktop Grid local se puede configurar para que cambie automáticamente a las aplicaciones Desktop Grid cuando los equipos no se utilicen y luego cambien a apagado cuando ya no haya trabajo que realizar en el Desktop Grid.

4.1.3 Computación Organizacional

En muchas organizaciones, tales como las Universidades y Escuelas Politécnicas del Ecuador, hay una cantidad significativa de la computación que se llevará a cabo en la red de Legión. Parte de esta actividad de la computación es muy importante. Es decir, equivalente a lo que podría ser descrito como la computación institucional de cada una de las organizaciones. (Philipson, 2010)

Los Sistemas informáticos departamentales, comprenden típicamente los servidores, dispositivos de almacenamiento que están alojados en la infraestructura Smart Grid. A menudo son de un tamaño significativo, tanto en su uso de energía y uso de los recursos. Se trata de un

objetivo prioritario para la reducción de energía. Debe entenderse por periférico a plotter, (Philipson, 2010)

4.1.4 Impresiones y consumibles

La impresión es uno de los mayores consumidores de recursos en la función de las TIC. Las impresoras utilizan el material, conocido en la industria de las TIC como insumos: papel y el tóner o la tinta. Estos pueden causar grandes problemas ambientales, tanto en su producción y su comercialización. Y las propias impresoras son dispositivos perjudiciales para el medioambiente - son voluminosos, que se construyen a partir de materiales que son difíciles de reciclar o incluso tóxicos, y requieren más mantenimiento que la mayoría de los dispositivos - sobre todo porque tienen muchas partes móviles. Todos estos problemas se pueden aliviar, simplemente imprimiendo menos (Philipson, 2010).

Las estrategias de Green IT se aplicaran en los equipos de TIC de Computación Personal (Escritorio y Móvil), es decir, el proyecto no contempla especificar las estrategias de Green IT para:

- Computación Organizacional
- Impresoras y consumibles

4.2 Acciones para las TIC verdes

La dimensión horizontal, o "acciones", del marco tiene cinco componentes. Los cuatro primeros son Actitud, Política, Práctica y Tecnología. Estas acciones se basan en gran medida en el primer nivel de la jerarquía del negocio, con la excepción de que "Métrica" sustituye a "Gobierno". (Philipson, 2010)

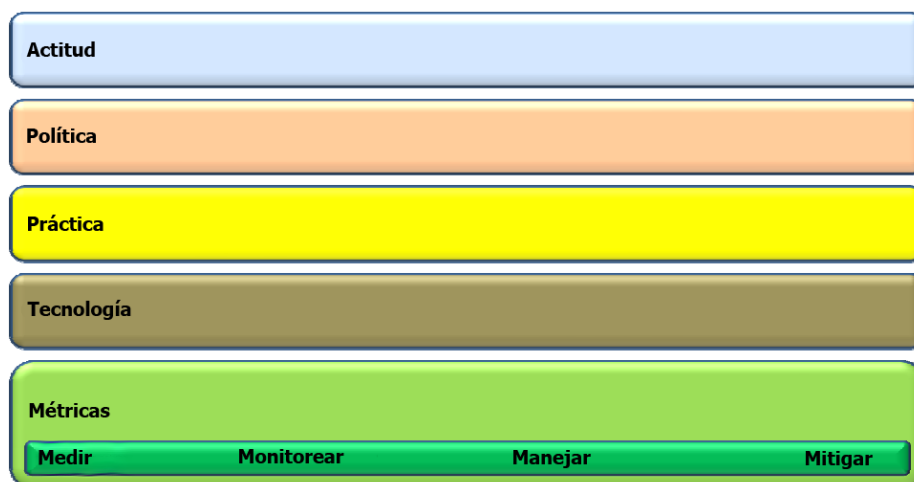


Figura 14 Acciones Green ICT

Fuente: (Philipson, 2010)

La práctica de Green IT también se traduce en la creación e implementación de programas verdes dentro de la organización. Estos programas verdes se pueden desarrollar en torno a una o más áreas de las políticas generales, y trabajar hacia la implementación en la práctica. Herramientas de análisis de información, técnicas de gestión del conocimiento y la inteligencia ambiental son todos utilizados cuando los programas verdes se ponen en marcha como resultado de las implementaciones de políticas.

La práctica de Green IT dentro de estos programas verdes requiere liderazgo y recursos para ejecutar los programas. Implementación a nivel de sistemas técnico requiere la creación y difusión de datos, la información, el conocimiento y la inteligencia. La formulación y promoción de políticas es subjetiva (tácito), mientras que su aplicación en la práctica es objetivo (explícito). En conjunto, las políticas verdes y su práctica afectan de manera cultural la base de la organización y el sistema de creencias en ambos sentidos tácitos y explícitos.

Una de las funciones de las métricas Green IT y las mediciones es comprobar que tan preparada está una organización con respecto al medioambiente. Las métricas abren oportunidades para medir las emisiones de la organización en el estado actual AS IS y el estado final TO BE. Las métricas de Green IT también crean un índice comparativo que permite una comprensión del nivel en el cual una organización está en comparación con otras organizaciones. Este índice proporciona una medida sencilla pero eficaz de la preparación verde y la madurez de una organización, la cual

se puede medir a través de cuatro aspectos: actitud, política, práctica y tecnología. Además de una quinta acción que sería la métrica.

4.2.1 Actitud

La actitud algo intangible. En ella se describe la forma en que pensamos, en vez de cómo actuamos. Por encima de todo es la actitud o cultura. Actitud Green IT se define como el sentimiento de TI de la infraestructura humana de una organización hacia el cambio climático, y se refiere al grado en que la gente de TI es consciente y preocupada por el impacto (positivo y negativo) de la TI en la eco-sostenibilidad. La actitud del personal de TI y los administradores hacia la sostenibilidad ambiental y el papel de las TI es un factor clave en la iniciación de acciones para la TI verde. (Gartner, 2008)

Tener una actitud positiva hacia las TIC verdes es muy importante que precede a todo lo demás. Y, como suele ser el caso en los negocios, las actitudes son más eficaces si vienen de la parte superior. "Gestión de compra" es una parte esencial de cualquier programa de TIC verdes.

4.2.2 Política

Existen muchos aspectos de las políticas de TIC verdes y varias cosas que se puede hacer en el empleo de tecnologías energéticamente eficientes y realizar un uso eficaz de las tecnologías existentes, y hay muchas maneras en que podemos reducir el consumo de energía y / o la huella de carbono de la organización. (Philipson, 2010)

Cualquier política de reducción de energía de las TIC en toda la empresa eficaz, debe ser integral, coherente y adecuadamente gestionado y controlado. Un marco de desarrollo de la política incluye el establecimiento de políticas, la comunicación de las políticas, la aplicación de esas políticas, y la medición de la eficacia y estrategias de mitigación de las políticas, ver

Figura 15. Un marco de políticas TIC verdes se debe establecer para garantizar las TIC verdes, se convierte en un programa de negocios aprobado de trabajo en lugar de un proyecto TIC discreto.

Se debe tener en cuenta las funciones y responsabilidades requeridas, conjuntos de habilidades, compromisos, objetivos, resultados y metodologías utilizadas.



Figura 15 Marco de Desarrollo de la Política de Green IT

Mediante una aportación significativa de la Desktop Grid se crean las políticas verdes y están integrados en la estrategia del negocio de la organización. Mientras que el estado de las políticas, a través de declaraciones detalladas está implícito en la ERBS. Por lo tanto, estas políticas y prácticas deben ser cuidadosamente elaboradas, validadas e incluidas dentro de la Desktop Grid. (Unhelkar, 2011)

4.2.2.1 Políticas empresariales responsables con el medio ambiente

Hay varios tipos de políticas empresariales responsables con el medio ambiente. A continuación se discuten esas políticas empresariales responsables con el medio ambiente que se deben tomar en cuenta para la elaboración de políticas de la organización. (Unhelkar, 2011)

- **Comprar equipos y/o servicios verdes y convertir los servicios existentes en servicios verdes.** Esta política requiere la organización para diseñar estándares en torno a la adquisición de nuevos equipos o la compra de nuevos servicios de terceras partes externas. 40% de las personas "están de acuerdo" con la formación de una política de este tipo, mientras que el 15% de las personas "están fuertemente de acuerdo" con la incorporación de este tipo de políticas de equipos y/o servicios verdes. Dicha compra ambientalmente responsable de productos de TI se incorporaría en programas de compra de muchos sectores privados y públicos. (Unhelkar, 2011)

- **La eliminación de los materiales y equipos utilizados.** La eliminación de los desechos peligrosos y nocivos en particular de equipo de cómputo requiere una consideración política cuidadosa. Casi el mismo número de personas "de acuerdo" (34%) como y "muy de acuerdo" (32%) para tener una política en torno a la eliminación del material de desecho. Esta política también debe acompañar a la promoción de la conciencia ambiental que además alentará el cambio de actitud hacia la minimización de residuos, reutilizar y reciclar. La cantidad de residuos generados de cualquier organización es directamente proporcional a las actividades empresariales. Por lo tanto, esta política estará estrechamente relacionada con la política de apoyo en la reducción de residuos. (Unhelkar, 2011)
- **Reciclaje de Equipos y uso.** Esta política reduce la eliminación de los equipos que aún pueden estar funcionando. 35% de las personas "están de acuerdo" que es bueno tener políticas para aplicar el reciclaje de equipos, mientras que casi la mitad de ellos (19%) "fuertemente" recomiendan la formulación y aplicación de esas políticas. Esto también indica que si no se puede prevenir los residuos ya que muchos de los materiales como sea posible se deben haber recuperado a través del reciclaje. La política para la adopción e implementación de reciclaje de equipos recuperará los materiales y componentes utilizables, posponer la sustitución de equipo de trabajo, y aumentar la conciencia de reutilización. (Unhelkar, 2011)
- **Políticas de negocio ambientalmente responsables.** Los procesos de negocio pueden variar desde la utilización de recursos de bajo nivel, tales como el papel hasta los recursos altamente necesarios. Al llevar a cabo los procesos de negocio, se desperdicia una gran cantidad de energía y la energía no puede ser reciclada en la mayoría de veces. Por lo tanto, las políticas para optimizar el consumo de energía en los procesos de negocio deben ser incorporados en la estrategia empresarial. Al 44% de las personas, les gustaría tener una política sobre cómo sus organizaciones están viendo sus recursos energéticos, como un camino a la ventaja competitiva estratégica. 21% sugirieron la implementación de dichas políticas estrictamente. (Unhelkar, 2011)
- **El uso de fuentes de energía renovables.** Diferentes fuentes de energía renovable, como las redes de energía solar, plantas nucleares y los parques eólicos son cada vez más importantes. El 23 % "está de acuerdo" y 14% "muy de acuerdo" para la creación de políticas para el uso de fuentes de energía renovables. Cuestiones en torno a las células solares, su vida, y la luz del

sol fueron citados por las organizaciones que utilizan la energía solar. En el caso de la energía eólica, la consistencia de viento para la generación de energía continua se planteó como un problema y de la energía geotérmica, se refirió a la gestión de los contaminantes. Un análisis más detallado de los datos del estudio indican que los tomadores de decisiones y gestores de calidad creen firmemente en fuentes de energía alternativa o renovable, pero el costo parece ser un gran obstáculo en el uso de la fuente de energía alternativa. El 41 % de estaban de acuerdo en la política para el uso de fuentes de energía renovables en los procesos de negocio. (Unhelkar, 2011)

- **Sensibilización y actitud positiva.** La sensibilización y actitud positiva entre los empleados y los usuarios finales acerca de las emisiones de carbono pueden provocar cambios sustanciales en la forma en que opera la organización. Es necesario que la sensibilización sea inculcada en la cultura de una organización Veintisiete por ciento está "de acuerdo" y el (18%) "muy de acuerdo" para tener políticas que aumenten la comprensión de las cuestiones ecológicas entre las personas. Esta política que influye en el personal requiere de planes de formación y el presupuesto, así como el apoyo de los recursos humanos. (Unhelkar, 2011)

4.2.2.2 Conversión de Políticas a la práctica

La conversión de las políticas a la práctica, se transforma en una acción inmediata por parte de la organización que se puede ver dentro de un corto plazo de tiempo. Por lo tanto, incluso si las estrategias y las políticas se formulan para el cambio a largo plazo en la organización, su efecto, en la práctica se puede ver de inmediato. El enfoque para la conversión de las políticas verdes en práctica es a través de una combinación de formación, el uso de incentivos y la posible introducción de los riesgos de penalización. Estas prácticas básicas, sin embargo, sólo tienen un corto plazo, el impacto visible en la transformación verde global.

Los siguientes son conversiones de políticas de corto plazo en la práctica:

- **Gestión de energía de computación.** Las actualizaciones a los sistemas operativos de los equipos de escritorio se pueden configurar para activar el modo "suspensión" cuando no está en uso o apagado automático cuando no está trabajando en el Desktop Grid.

- **Utilice un protector de pantalla en blanco.** El uso de un protector de pantalla en blanco, sin las imágenes en movimiento puede reducir el consumo de electricidad. Esto es debido al consumo mínimo de energía por el monitor y también su interacción reducida con la CPU de la máquina. Esto todavía resulta en alguna emisión de carbono en comparación con el modo de suspensión.
- **La reutilización y el reciclaje de equipos.** Si bien esto no es una práctica táctica inmediata, todavía se puede aplicar a todos los equipos de las TIC desde el primer día del compromiso de la organización para Green IT. Un equilibrio entre la longitud (duración) de los equipos y su consumo de energía en curso debe ser alcanzado. La reutilización de los equipos, incluso fuera de los límites de la organización puede reducir las emisiones globales, y por lo tanto debe ser considerado en las políticas y la práctica. Los equipos que simplemente no pueden ser utilizados, reutilizados o donados deben ser desechados de una manera ambientalmente responsable.
- **Las adquisiciones conscientes con el medioambiente.** Toda nueva adquisición, debe basarse en su eficiencia energética. Esta eficiencia energética debe ser validada y compatible con las normas internacionales y locales en caso de existir. Por lo tanto, el abastecimiento de los equipos se debe basar en los costos, junto con la eficiencia energética. Todas las nuevas contrataciones deben ser compatibles con Energy Star¹³ o certificadas EPEAT¹⁴.
- **Máquina individual.** Un empleado deberá estar provisto de un ordenador portátil o una computadora de escritorio, pero no ambos. Sin embargo, un conjunto de máquinas de escritorio comunes están disponibles utilizando principios de escritorio compartido. Si bien esta práctica requeriría un seguimiento regular para asegurarse de que no dan lugar a la pérdida de la eficiencia y eficacia del negocio, todavía vale la pena considerar, aunque puedan parecer radical en la primera instancia.

¹³ ENERGY STAR es un programa voluntario de la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. que ayuda a las empresas y las personas a ahorrar dinero y proteger el clima a través de la eficiencia energética superior.

¹⁴ EPEAT es un sistema de clasificación ambiental global integral que ayuda a los compradores a identificar los ordenadores y otros dispositivos electrónicos más ecológicos

4.2.3 Práctica

La práctica se refiere a las técnicas y el comportamiento - lo que hacemos. Hay muchas prácticas que los individuos y las organizaciones pueden adoptar que ayudan directamente en la transformación ecológica de la función de las TIC. Y la gran ventaja de la mayoría de ellos es que no cuestan nada - que no implican la compra de cualquier nuevo hardware o software, sino simplemente la alteración de los hábitos y modos de pensar. Un ejemplo es el uso de equipos de TIC durante más tiempo en lugar de reemplazarlo cuando todavía es útil. Las cosas más simples son a menudo las más efectivas (Unhelkar, 2011),

Los valores de utilidad verde, de cambio, y esenciales discutidos en la Tabla 4 proporcionan una comprensión de la necesidad de equilibrar las políticas verdes y su práctica en una organización. Existe una necesidad de reflejar el equilibrio de las políticas, entre lo externo y las presiones internas sobre los creadores de las políticas verdes para la organización. Los valores verdes y los costes ecológicos (es decir, los costos asociados con el desarrollo y aplicación de políticas verdes) en ocasiones pueden competir unos contra otros.

El acto de equilibrio, en la práctica, también requiere la consideración de los activos de TI frente a la no-TI de la organización. En el desarrollo de las políticas verdes y, finalmente, la práctica verde de una manera holística, la organización necesita considerar Green IT desde ambos puntos de vista TI y no-IT. Mientras que la influencia global de la TI en el esfuerzo verde variará en función del tipo y tamaño de la organización, aun comprendiendo esta mezcla de activos TI y no TI es importante para el desarrollo de políticas y la práctica eventual.

Tabla 4
Varios valores verdes derivados de las Organizaciones

Tipo Valor Verde	de	Premisa del Valor	Factores que Influyen en el Valor Verde	Técnicas para Lograr el Valor Verde
---------------------------------	-----------	------------------------------	--	--

Valor de utilidad Verde	Basado en la demanda de la iniciativa Verde	Calidad, diferenciación, la comercialización y la relevancia de las iniciativas verdes	Análisis de tendencias y predicción de datos verde y la información, optimización de los procesos verdes de calidad
Valor de cambio verde	Basado en el mercado verde y su estructura	La elasticidad, la demanda y la estructura del mercado del suministro, y como impactará los productos verdes	Pronóstico, estimación, y optimización de los mercados verdes
Valor esencial Verde	Basado en los valores sociales de la organización y sus socios	Entorno económico y social que promueve (o degrada) la sostenibilidad	Pronóstico, estimación y análisis de los datos de carbono para las tendencias en el contexto de la economía verde y la sociedad
Valor de longevidad Verde	Basado en la duración del tiempo futuro sostenible	Integración e innovación o productos verde, servicios y sistemas	Pronóstico, optimización y análisis de datos sobre la tendencia de perspectiva de los sistemas Green TI

4.2.4 Tecnología

Algunas personas piensan en las TIC verdes principalmente, en términos de tecnología - clientes livianos. Estos son importantes, pero son en última instancia, sólo una parte de la imagen. Demasiado grande un enfoque en la tecnología significa que la gente a menudo se concentra en el precio de compra de esa tecnología, lo que lleva a la creencia de que las TIC verdes cuestan dinero, cuando es lo opuesto. (Philipson, 2010)

Los costos de la nueva tecnología, son tales que muy poca gente va a comprar un equipo nuevo, simplemente porque es más verde. Los costos a menudo hacen que valga la pena el cambio, sobre

todo cuando se tiene en cuenta los residuos inherentes a la eliminación de los viejos equipos, mientras que todavía es útil. La mejor manera en la mayoría de los casos para abordar el tema de la tecnología Green TIC es tener principios Green TIC en cuenta como parte del ciclo de reemplazo del equipo normal.

4.2.5 Métricas

La quinta acción es la métrica de Green IT, la cual se ocupa de la medición de las emisiones de carbono de la organización en su estado "AS IS". Las métricas también determinan si el estado "TO BE" se ha logrado o no. (Unhelkar, 2011). El índice comparativo que crea las métricas de Green IT determina el nivel de madurez Green IT mediante encuestas realizadas a los participantes en los cuatro aspectos mencionados actitud, política, práctica y tecnología además de las métricas.

Las respuestas de las encuestas permiten una calificación en una escala de 0 a 5, ver Figura 16. El nivel 0 es un nivel adicional que indica que la empresa no tiene ninguna preparación o conciencia de Green IT. El nivel 1 indica cierta conciencia de Green IT, pero con implementación ad hoc. El nivel 2 es el nivel en que una empresa es capaz de hacer el intento formal en Green IT que es capaz de replicarse en el tiempo. El nivel 3 es donde los procesos Green IT, roles y entregables están completamente definidos. El nivel 4 es un nivel de métricas Green IT comprensivo, y el nivel 5 es donde los resultados de las métricas son utilizados para optimizar el desempeño verde de la organización. Este es el nivel de las "Mejores Prácticas" de una organización.

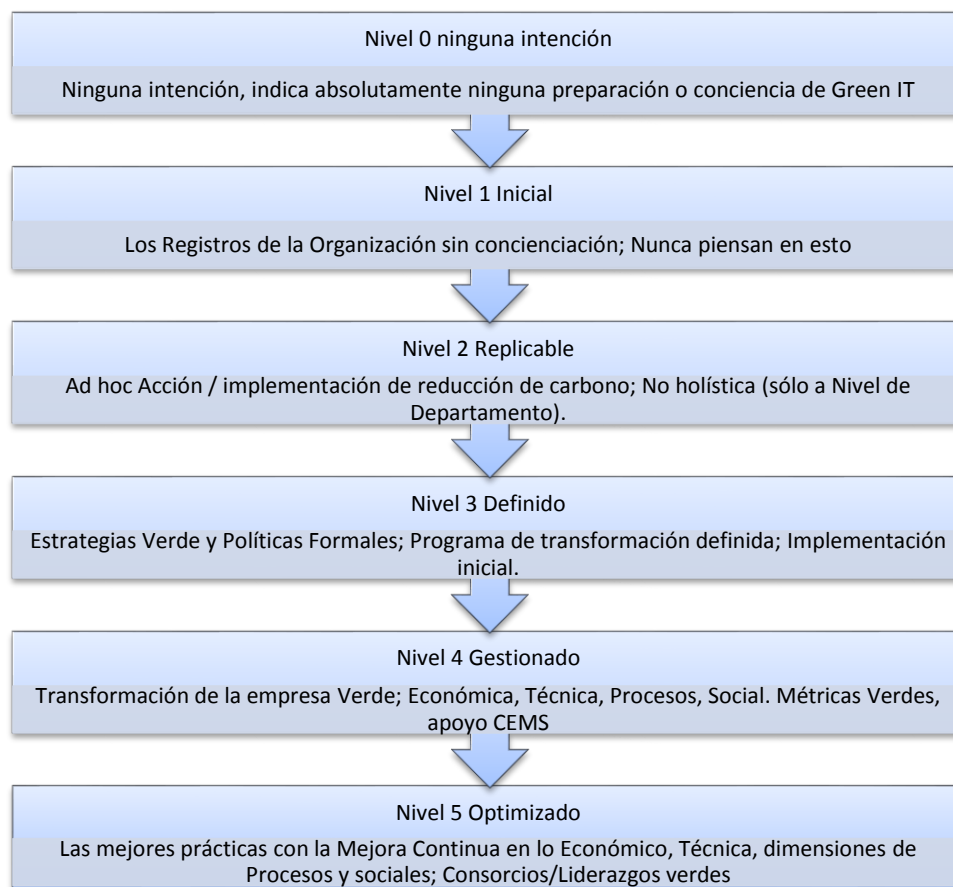


Figura 16 Modelo de Madurez Green IT

"No se puede gestionar lo que no se puede medir". Una estrategia efectiva de las TIC verdes debe identificar claramente las medidas de reducción en áreas como el ahorro energético, la reducción de las emisiones de carbono, mejorar los esfuerzos de reciclaje y conservación del agua. (Philipson, 2010). La elección de las herramientas adecuadas para medir, controlar, gestionar y mitigar el consumo de energía y las emisiones de carbono, tanto dentro como fuera del departamento TIC es fundamental para garantizar que los proyectos de TIC verdes tengan éxito con el tiempo. Sólo con las métricas adecuadas puede determinarse el progreso. Por lo tanto, la investigación de conexión identifica cuatro fases (las "Cuatro Ms") del proceso de medición: (Philipson, 2010)

- Medir: La aplicación de métricas para cualquier aspecto del proceso de las TIC verdes. Un problema con este importante primer paso es que en muchos casos, las métricas o unidades de medida, no existen.

Lo que se debe medir, y las unidades.

- Monitorear: Simplemente, la medición continua. La capacidad de medir cualquier proceso contra sí misma en el tiempo, para determinar si está mejorando o no.
- Manejar: Tomando los resultados del proceso de medición y el seguimiento y determinar a partir de los datos lo que se debe hacer para mejorar el proceso.
- Mitigar: Gestión del proceso es tal manera que una mejora permanente se hace en el proceso, lo que normalmente significa un cambio en el proceso.

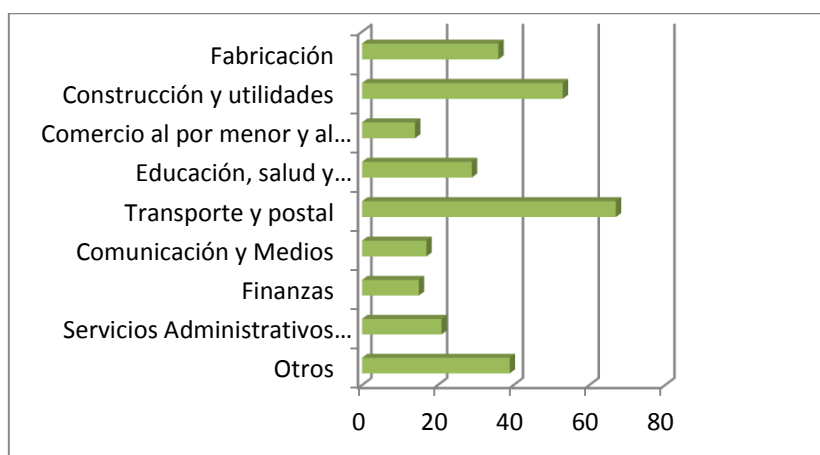


Figura 17 Control de emisiones por sectores de la industria

Fuente: (Unhelkar, 2011)

La variación en la importancia dada a estas medidas es evidente y se representa en las Figura 17 y Figura 18. La Figura 17 muestra la importancia en porcentaje de medición de emisiones para diferentes sectores de la industria que, como se puede ver, es diferente para la minería, gas y petróleo, y así sucesivamente. Además en términos de porcentaje se nota la importancia a la vigilancia de las emisiones, la industria del transporte da importancia muy alta (67%) para la medición de las emisiones de carbono, mientras que los servicios financieros proporcionan la menor importancia (15%) en términos de mediciones de carbono. Esta importancia relativa

asignada por los sectores de la industria es reflejada de manera interesante en los resultados reales en términos de las emisiones.

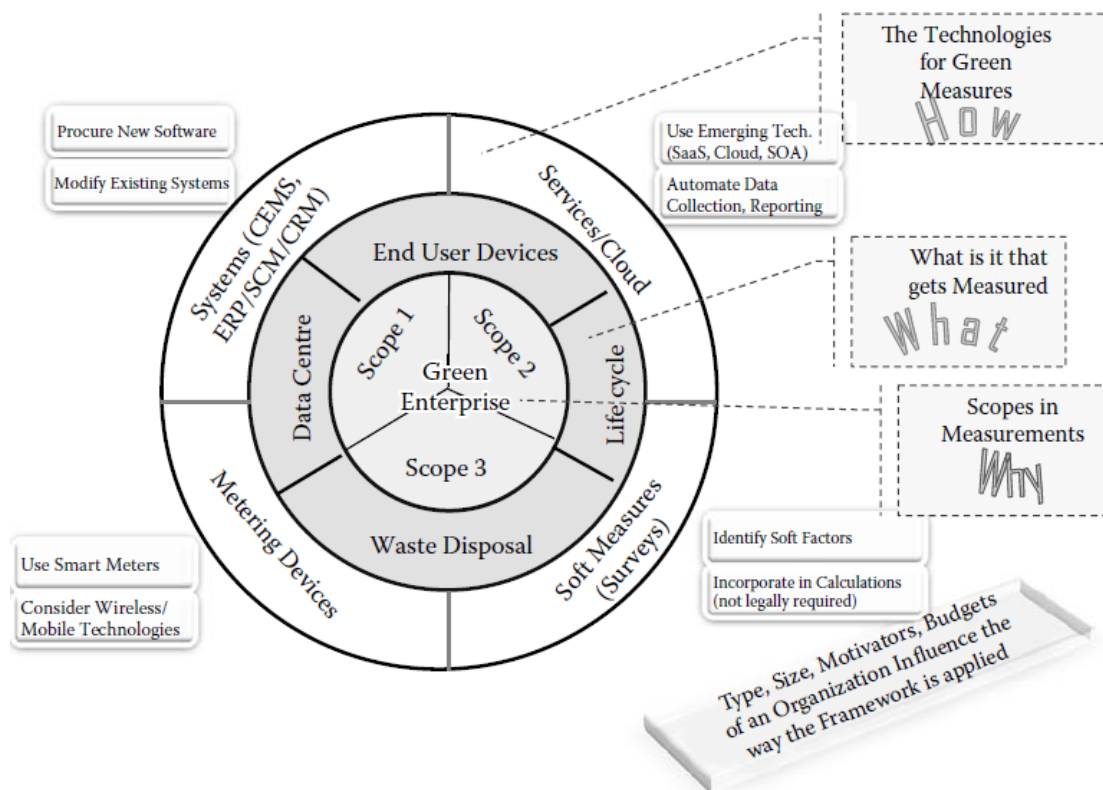


Figura 18 Framework para Métricas de Green IT

Fuente: (Unhelkar, 2011)

4.2.6 Framework para Métricas de Green IT

Existe una urgencia para medir e informar los datos de carbono cuando se trata de medir las emisiones de carbono. Es importante la necesidad de comprender qué cantidad de carbono se genera por las actividades comerciales y, aún más importantes, la falta de medidas estandarizadas y de desarrollo necesarias. Además, el apoyo de sistemas de TI para estos cálculos es también

limitado. Por ejemplo, el sitio oficial (OSCAR15) que proporciona información sobre el cálculo de las emisiones de carbono por medio de una hoja de cálculo Excel con -una advertencia. Del mismo modo, a nivel individual, tenemos una sensación mucho menor para las emisiones de carbono que se producen a través de sus actividades de lo que tenemos para nuestro poder o uso del agua. Por ejemplo, un usuario promedio de PC de casa se sorprende de vez en cuando al notar que su equipo emite en cualquier lugar entre 0,4 Toneladas a 1,6 Toneladas de carbono en un año (dependiendo de cómo se está utilizando). (Unhelkar, 2011)

Las métricas detalladas y el programa de medición de las emisiones de carbono requieren un marco. La Figura 18 muestra un marco general para la medición de las emisiones de carbono. (Unhelkar, 2011) En el centro de este marco son los tres ámbitos de las emisiones de carbono. Estas emisiones que caen en los tres ámbitos se miden a través de cuatro áreas de la organización: los dispositivos de voluntario desktop grid, el centro de datos, el ciclo de vida, y la eliminación de residuos. Estos ámbitos de las emisiones de carbono indican lo que se mide. En el exterior del marco son los medios, el "cómo" de las emisiones de carbono de medición-logrado a través de los sistemas, servicios, dispositivos de medición y encuestas. Programa de medición de emisiones de carbono efectiva se proporciona mejor a través del marco que se presenta en la Figura 18.

La

Figura 19 detalla los alcances, así como los diferentes elementos que aparecen en las mediciones de las emisiones de carbono. El CO₂e proporciona la unidad básica de GEI¹⁶ Medición y la salida resultante se mide en toneladas (y kilo toneladas = kT). El consumo de energía correspondiente a partir del cual se calculan las emisiones, se calcula utilizando terajulios (TJ). Los costos están generalmente disponibles en los sistemas ERP de la organización que correspondan al consumo de energía y/o las emisiones de carbono de las emisiones se resumen en la

Figura 19.

¹⁵ OSCAR Online System for Comprehensive Activity Reporting es un Sistema en línea para la Atención Integral de Reporte de Actividad

¹⁶ GEI Gases de Efecto Invernadero.

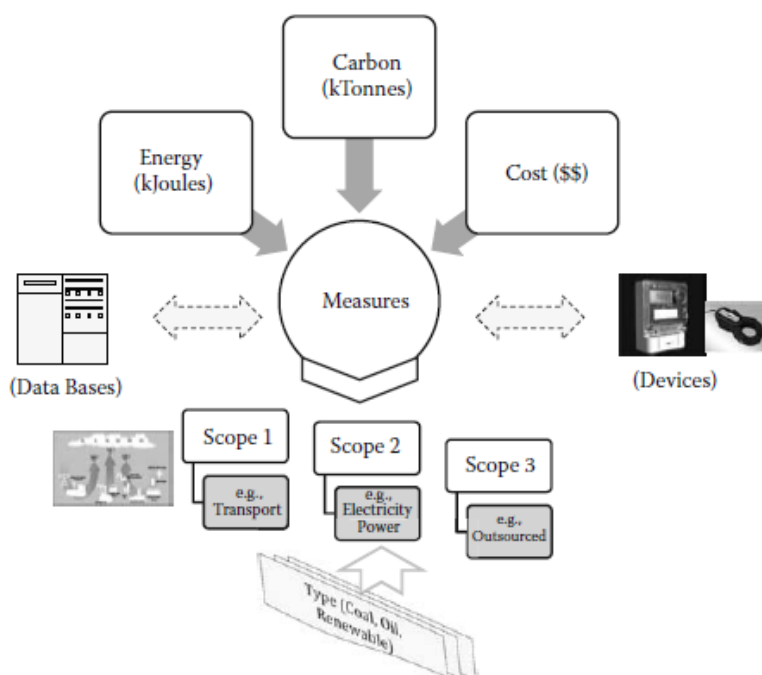


Figura 19 Elementos y alcances de las métricas de Green IT

Fuente: (Unhelkar, 2011)

Enfoques formales para medir los gases de efecto invernadero (GEI) se inicia con una comprensión de los seis principales tipos de Dióxido de gases de efecto invernadero-carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), perfluorocarbonos (PFC), hidrofluorocarbonos (HFC) y azufre Hexafluoride (SF₆). GEI se miden en toneladas (y por kilo toneladas = kt). La energía consumida en la producción de los gases de efecto invernadero se calcula en Julios/Terra julios (TJ). Cuando se trata de calcular las emisiones totales de una organización, estos seis gases de efecto invernadero emitidos por el uso de materiales y equipos, y la ejecución de los diversos procesos de la organización deben ser calculados y se convierte en CO₂e (equivalente de dióxido de carbono). Mientras CO₂e comprende sólo el 0,05% de la atmósfera, que es la que tiene un tremendo efecto perjudicial y es, por lo tanto, el foco de las métricas de carbono.

4.2.7 ¿Qué?

Estas emisiones que caen en los tres ámbitos de Emisiones de alcance 1, 2 y 3, se miden a través de cuatro áreas de la organización:

- Los dispositivos de usuario final.
- El centro de datos.
- El ciclo de vida.
- La eliminación de residuos.

Estos ámbitos de las emisiones de carbono indican que es lo que se mide.

4.2.8 ¿Cómo?

Esto generalmente se logra por medio de contadores inteligentes en el extremo de recolección de datos del software de administración de Emisiones de Carbono (CEMS). Registro de contadores inteligentes y el informe sobre las emisiones de carbono de los equipos y operaciones. Los datos de las emisiones de carbono procedentes de estos medidores son usados por CEMS para analizar las tendencias de la trama, y alertar a los trabajadores y los líderes en términos de emisiones y acciones posibles. Además, los servicios web de los organismos reguladores, SaaS (software como servicio), y las tecnologías móviles también juegan un papel positivo en la automatización de las mediciones de carbono, ya que permiten la integración de sistemas y servicios que miden y controlan las emisiones. (Unhelkar, 2011)


Un CEMS bien diseñado también puede ser objeto de auditorías y certificaciones. Esto permitirá establecer comparaciones entre organizaciones en el desempeño de carbono, como también preparar el camino para los créditos de carbono y su comercio. Dando como resultado un "ecosistema" de negocios responsable con el medio ambiente, el cual puede tener un efecto de bola de nieve en muchos otros socios comerciales.

El "software como servicio" (SaaS) modelo de negocio que proviene de la Cloud computing permite a las empresas acceder a aplicaciones empresariales clave como la gestión de relaciones con clientes (CRM) y gestión de la cadena de suministro (SCM) a través de la Internet. Como resultado, la nube obvia la necesidad de alojar estas aplicaciones en un centro de datos patentada. Las oportunidades para reducir las emisiones de carbono aumentan con la consolidación de aplicaciones de hardware y software. Por otra parte, los modelos de pago para las aplicaciones basadas en SaaS se basan por lo general en su uso - similar a la factura típica mensual por los

servicios públicos como el gas o la electricidad. La planificación del centro de datos típico que prevé la eventualidad puede ser evitada con una planificación general por el proveedor de servicios cloud. Por lo tanto, el crecimiento futuro del negocio (incluyendo fusiones y adquisiciones) se puede planificar sin producir excesiva y, eventualmente, la capacidad del centro de datos inutilizable. Lo ideal sería el ahorro de carbono resultante de no tener un centro de datos privado. (Unhelkar, 2011)

Tabla 5

Gestión y Métricas de Costo Beneficio para la Organización Verde

Métricas	Unidad	Contexto
Costo de Green IT para la organización. (Los costos de reposición de los dispositivos de dominio principalmente de TI) (Actualizaciones de sistemas, costos de entrenamiento de la gente y consultorías)	\$	Derivado por el trabajo cercano con los sistemas financieros y de gestión de inventario existentes
Costos asociados con cambios en la organización (posible pérdida de clientes Reescritura de los acuerdos de nivel de servicio, lo que será por lo general fuera de las TI; necesidad de calcular el VAN de la iniciativa de carbono para los próximos 3 a 5 años)	\$	Green IT puede reducir la calidad del servicio para algunos clientes. Los clientes corporativos pueden hacer respetar la reescritura de los acuerdos de nivel de servicio.
Continúa 		

Los ahorros resultantes de la transformación de Green IT		Estos ahorros necesitan ser incluidos en los presupuestos para la ecologización de la organización.
Reducción de gastos operativos (Alcance 1)	\$	Carbono y los costos son ambos reducidos.
Reducción de los gastos de energía (Alcance 2)		
Costos de penalización potenciales (probablemente para cambiar dramáticamente a medida que maduran las legislaciones)	\$	Proyectos Green IT necesitan ser presupuestados manteniendo estos potenciales costos de penalización en mente.
La estrategia de Green IT dentro de la estrategia de negocio (puede ser medida en términos del número total de elementos dentro de un enfoque estratégico de negocios, y los números dentro de ellos que están relacionados a las emisiones de carbono/Green IT)	%	Derivado de los elementos existentes de medidas estratégicas (un tiempo de medida / financiero en porcentaje).

Los medidores inteligentes son medidores que proporcionan información a los usuarios en tiempo real. Por lo tanto, estos contadores inteligentes ofrecen a las empresas la oportunidad de monitorear y tomar acciones inmediatas para mitigar sus consumos de energía. Mediante la adición de información de precios y proporcionando las tendencias y los patrones. (Unhelkar, 2011).

Las medidas blandas se pueden realizar tomando en consideración los niveles de positividad. Las siguientes tablas ofrecen resúmenes de diversas métricas de carbono. Estas medidas sugeridas en estas tablas también atienden a la naturaleza contextual de las métricas de carbono. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra las métricas de TI Verde, su unidad sugerida, y su contexto desde la perspectiva de la gestión. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** hace lo mismo desde el punto de vista del centro de datos, la **¡Error! No se encuentra**

el origen de la referencia. desde el punto de vista del ciclo de vida de la organización y el equipo, y en la Tabla 8 del punto de vista social y de actitud.

Tabla 6
Métricas del Centro de Datos de la Organización

Métricas	Unidad	Contexto
Emisiones de carbono por megabyte de datos almacenados en los servidores de la organización	CO ₂ e	Relaciona las emisiones de carbono a el total de almacenamiento electrónico ocupando los desktop grid
Emisiones de carbono por MIE (millones de instrucciones ejecutadas, o la velocidad de ejecución, que puede ser incorporada más tarde después de que esta métrica sea refinada)	CO ₂ e	Relaciona las emisiones de carbono a la velocidad con la cual el centro de datos es esté funcionando.
Emisiones de carbono del centro de datos por usuario (esto necesita ser dividido en usuarios internos / empleados versus clientes externos)	CO ₂ e	Relaciona las emisiones de carbono a del total de usuarios siendo servidos por el centro de datos
El consumo de energía de manera efectiva existente versus el consumo de energía de manera efectiva de centro de datos tercerizados (los vendedores outsourcing tendrán que proveer esto)	% o radio	Medida bien conocido que proporciona un radio de efectividad del poder de consumo de energía con el propósito de almacenar datos

Tabla 7*Comportamiento Organizacional y del ciclo de vida de métricas*

Métricas	Unidad	Contexto
Índice de la cadena de suministro verde (total materias con calificación verde verde-específico o / materiales en total), de manera similar, extendido para los equipos	CO ₂ e	Cálculo de Carbono para el ciclo de vida equipamiento / material. Carbono generado durante la producción de los equipos, su transporte e instalación.
Índice de reciclaje verde = [(número de días o años más allá de la vida oficial de un equipo x emisión de carbono) / (emisiones correspondientes al nuevo equipo) + carbono generado en la producción y transporte del equipo nuevo)]	Radio	Esta medida debe proporcionar un punto de referencia para el grado de reciclaje.
Carbono generada en la disposición de los equipos existentes	CO ₂ e	Este carbono se calcula hacia el final de los equipos, después de que ha estado fuera de servicio y haya sido desechado.
Vertederos	Tonela- da	Relleno sanitario total generado por la eliminación de equipos y / o materiales por parte de la organización.

4.2.9 ¿Por qué?

Los cálculos de CO₂, basados en Sistema de Reporte del Invernadero Nacional y Energía (NGERS17), están obligados a dividir en tres categorías diferentes, o ámbitos. Estos ámbitos de las emisiones de facilitar sus cálculos y presentación de informes. Estas emisiones se distinguen bajo emisiones de Alcance 1, 2 y 3 en función de sus características. (Unhelkar, 2011)

- Emisiones de alcance 1 son las causadas por las emisiones directas de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero a la atmósfera, por ejemplo, escapes de los vehículos, las emisiones de fabricación, y así sucesivamente. Estas son las emisiones resultantes de las actividades de fabricación, el movimiento físico de personas y materiales, emisiones químicas, y así sucesivamente.
- Emisiones de alcance 2 son las causadas indirectamente a través del uso de la energía que hace que las emisiones de GEI en su generación.
- Emisiones de alcance 3 son las causadas por la cadena de suministro de la organización, es decir, el carbono incrustado utiliza en la fabricación de los productos que compra o servicios que utiliza.

Tabla 8

Actitud y Otras mediciones "blandas"

Métricas	Unidad	Contexto
Nivel de positividad de actitud de los empleados hacia lo verde	Nivel 1 al 5	Determinadas mediante encuesta al principio y finalización de un pro-grama de transformación Green IT.

¹⁷ NGERS National Greenhouse and Energy Reporting System es el Sistema de Reporte de Invernadero Nacional y Energía.

Nivel de la positividad de la actitud de la alta dirección hacia lo verde	Nivel 1 al 5	Como lo anterior
Separar el nivel de positividad de la actitud del administrador/director del centro de datos hacia lo verde	Nivel 1 al 5	Como lo anterior
Nivel de positividad de los clientes hacia lo verde	Nivel 1 al 5	Como lo anterior

Actualmente, NGRS requiere informar sólo sobre emisiones del Alcance 1 y 2. Por lo tanto, la mayoría de las emisiones de carbono métricas adquieren importancia sólo para estas dos emisiones de ámbito. Cada área de la organización, tales como la fabricación, la logística, la gestión de la energía y la gestión de residuos produce emisiones de gases de efecto invernadero medibles. Datos sobre las emisiones de carbono se almacenan en la base de datos para su posterior recuperación, informes, síntesis, y la manipulación. Con el tiempo, las métricas de carbono tienen que medir e informar sobre las medidas TCCO (Coste total de propiedad) de carbono para diversos grupos de emisiones Figura 18 y, finalmente, sumarlas para la organización. (Unhelkar, 2011).

4.3 Mejores Prácticas Green IT para Desktop Grid

Al momento se muestran siete mejores prácticas verdes para Desktop Grid (Bernhard & Emmen, 2013):

- Métricas ambientales basadas en optimización verde
- Estrategias frías para evitar el uso de aire acondicionado
- Perfilamiento de energía de aplicaciones
- Pasos de la velocidad del CPU
- Explotación de las condiciones ambientales naturales
- Hora del día dependiente de las tarifas de energía
- Gestión de los recursos no utilizados en una Desktop Grid local

4.3.1 Métricas ambientales basadas en optimización verde

Para permitir al cliente Desktop Grid seleccionar de manera inteligente la carga de trabajo adecuada se debe identificar configuraciones y parámetros adecuados de energía. Una PC normal casi duplica su consumo de energía de 160W a 300W bajo una carga total del CPU. Las preferencias generales de BOINC permiten especificar que el cálculo consume cierto porcentaje de la máquina. Las mediciones de la temperatura ambiental o al menos la estimación se utiliza para controlar y prevenir potenciales descargas de cargas de trabajo de los elementos si la PC y su entorno están demasiado calientes para operaciones confortables o seguras.

4.3.2 Estrategias frías para evitar el uso de aire acondicionado

La densidad de energía más baja que los clusters da como resultado menos energía desperdiciada en enfriamiento. Sin embargo esto no se cumple si el aire acondicionado se utiliza para la operación adecuada de los Desktops. De acuerdo a los principios de termodinámica, el consumo de energía por aire acondicionado para el enfriamiento en el rango de 30% a más de 200% de la energía disipada por el dispositivo de TI. Una buena práctica para configurar Green Desktop Grids es evitar el uso de aire acondicionado. En el caso de que el uso del aire acondicionado sea inevitable para participar en Desktop Grid se debe considerar:

- Si la carga de trabajo adicional por los Desktop Grids causa un consumo proporcional de energía del aire acondicionado, se debe considerar un cambio de estrategia restringiendo el aceptar la carga de trabajo en las horas de la noche mediante configuraciones del cliente BOINC.
- Si el aire acondicionado está en un consumo máximo como en la costa ecuatoriana, se debe utilizar obligatoriamente, la disipación de calor adicional durante el procesamiento de carga de cálculos no impacta en el balance de energía total.

4.3.3 Perfilamiento de energía de aplicaciones

Las diferentes aplicaciones y código consumen más o menos CPU en cualquier momento dado, dando como resultado diferente consumo de energía por intervalo de tiempo y un perfil específico de energía, ellos se comportan de manera diferente en máquinas en incremento y en temperatura ambiental. Si se utiliza mucho una máquina, su temperatura aumenta, pero finaliza los cálculos rápidamente. Este comportamiento puede resumirse en que mientras menos energía de la aplicación se consuma o menos cálculos de la aplicación se realicen, crea menos calor / tiempo, pero se ejecuta más. La relación calor tiempo es un parámetro importante desde un punto de vista de operaciones verdes. Si el perfil de energía de las aplicaciones no suministra el rango de control suficiente, el método nativo de BOINC de las preferencias generales de configuración especifica qué porcentaje de CPU puede ser usado.

4.3.4 Pasos de la velocidad del CPU

Se pueden aprovechar los pasos de velocidad del procesador, evitando el trabajo de preparación adicional en el lado de la aplicación. A diferencia de la aplicación, el Sistema Operativo y las herramientas instaladas en el PC están bajo control del Desktop Grid, colocando la gestión de los métodos como SpeedStep (Intel Corporation, 2004) en la mano de los voluntarios.

4.3.5 Explotación de las condiciones ambientales naturales

Una buena práctica es utilizar las ventajas del aprovechamiento de las condiciones ambientales naturales que se facilita al agregar contribuyentes de diferentes ubicaciones geográficas, lo que permite beneficiarse del clima según la región para ahorrar energía. El contar con contribuyentes en regiones con condiciones climáticas opuestas permite contrarrestar las condiciones climáticas actuales.

4.3.6 Hora del día dependiente de las tarifas de energía

De acuerdo a las condiciones de generación y el consumo de energía que se realice, cambia el valor y el precio de la energía eléctrica. Para mejorar la situación de los costos de energía y sacar provecho cuando exista exceso de electricidad, se debe recomendar a los clientes Desktop Grid el realizar la carga de trabajo fuera de las horas pico.

4.3.7 Gestión de los recursos no utilizados en una Desktop Grid local

Una buena práctica es afinar los equipos en una Desktop Grid local de manera que cuando una computadora no está siendo utilizada, automáticamente cambie a la aplicación Desktop Grid y después cuando ya no se trabaje en el Desktop Grid automáticamente se apague.

Tabla 9

Impacto en las políticas Empresariales Responsables con el Medio Ambiente

Mejores Prácticas Green IT para Desktop Grid	Políticas Empresariales Responsables con el Medioambiente	Impacto
Métricas ambientales basadas en optimización verde	Comprar equipos y/o servicios verdes y convertir los servicios existentes en servicios verdes	Medio
	Reciclaje de Equipos y uso	Alto
Estrategias frías para evitar el uso de aire acondicionado	Políticas de negocio ambientalmente responsables	Medio

Perfilamiento de energía de aplicaciones	Políticas de negocio ambientalmente responsables	Alto
Pasos de la velocidad del CPU	Políticas de negocio ambientalmente responsables	Alto
Explotación de las condiciones ambientales naturales	Sensibilización y actitud positiva	Alto
Hora del día dependiente de las tarifas de energía	Sensibilización y actitud positiva	Alto
	El uso de fuentes de energía renovables	Alto
Gestión de los recursos no utilizados en una Desktop Grid local	Comprar equipos y/o servicios verdes y convertir los servicios existentes en servicios verdes	Alto
	Sensibilización y actitud positiva	Alto

4.4 Resumen del Capítulo

En este capítulo mediante las métricas de Green IT se creó un índice que permite una comprensión del nivel en el cual una organización está en comparación con otras organizaciones y determinó el nivel de madurez Green IT de 0 a 5, siendo el nivel 5 el nivel de las Mejores Prácticas de una organización. Se identificaron las cuatro fases del proceso de medición. Se explicó el ¿Cómo? el ¿Qué? y el ¿Por qué? de acuerdo al Framework para métricas de Green IT.

CAPÍTULO 5:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En base a seis políticas empresariales responsables con el medio se describen siete mejores prácticas Green IT.
- Mediante seis controladores, cuatro dimensiones, los elementos del Negocio y los Sistemas se definen los elementos que forman la estrategia Green IT
- Por medio de los controladores, las dimensiones, los riesgos y las métricas también se pueden definir los elementos que forman las estrategias Green IT.

5.2 Recomendaciones

- Aplicar las estrategias y políticas al Desktop Grid del proyecto legión.
- Se recomienda utilizar el framework de Grid Computing no solo en Grid Computing sino en ambientes de data center.
- La Subsecretaria de Gobierno Electrónico del Ecuador debería emitir un marco legal regulatorio de Green IT aplicado al sector público y privado.

Referencia Bibliográfica

- ALICE. (s.f.). *The ALICE Project*. Obtenido de ALIC:
<http://alice1.archive.dante.net/server/show/nav.1097.html>
- Anderson, D. P. (2004). BOINC: A System for Public-Resource Computing and Storage. *Grid Computing, 2004. Proceedings. Fifth IEEE/ACM International Workshop on*, 4 - 10.
- Black, M., & Edgar, W. (2009). *Exploring Mobile Devices as Grid Resources: Using an x86 Virtual Machine to Run BOINC on an iPhone*.
- Buyya, R. (2012). *Economic-based Distributed Resource Management and Scheduling for Grid Computing*. Melbourne: Monash University.
- CEDIA. (s.f.). *CEDIA Quienes somos*. Obtenido de CEDIA:
<http://www.cedia.org.ec/index.php/cedia11/quienes-somos>
- Chávez, F., Guisado, J. L., Lombraña, D., & Fernández, F. (2007). Una Herramienta de Programación Genética Paralela que Aprovecha Recursos Públicos de Computación. *V Congreso Español sobre Metaheurísticas, Algoritmos Evolutivos y Bioinspirados - MAEB2007*, 167 - 172.
- Clifford, S. (27 de Enero de 2011). *Influence of Smart Technology on Storage Strategies*. Obtenido de Renewables Grid Initiative: http://renewables-grid.eu/fileadmin/user_upload/Files_RGI/RGIStorageWS-27Jan2011-Clifford_ABB.pdf
- De Aquino, P. (2014). *Beyond Standard Model Phenomenology at the LHC*. Suiza: Springer International Publishing.
- Foster, I., Kesselman, C., & Tuecke, S. (2001). *The Anatomy of the Grid*.
- Gartner. (2008). *Going Green: The CIO's Role in Enterprisewide Environmental Sustainability*. *Gartner EXP Premier*.
- Gartner. (20 de Octubre de 2009). *Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technologies for 2010*. Obtenido de Gartner: <http://www.gartner.com/newsroom/id/1210613>
- Ghose, A. K. (2011). Green strategic alignment: Aligning business strategies with sustainability objectives. En *Handbook of Research in Green ICT: Technical, Business and Social Perspectives* (págs. 184-196). Hershey: IGI Global.
- Hammer, M., & Champy, J. (1993). *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. Londres: Harper Collins.

- Ian, F. (2002). What is the Grid? A Three Point Checklist. *Argonne National Laboratory & University of Chicago*, 2.
- Introduction to Grid Computing with Globus*. (06 de octubre de 2003). Obtenido de IBM Redbooks: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg246895.pdf>
- Kahle, K., & Gaillard, M. (Abril de 2013). *The Large Hadron Collider's worldwide computer*. Obtenido de CERN Courier: <http://cerncourier.com/cws/download/Apr13>
- Lamb, J. (2009). *The Greening of IT: How Companies Can Make a Difference for the Environment*. Boston: IBM Press.
- Morillo Tena, P. (2003). Grid Computing: Compartición de recursos y optimización del hardware. *Mundo electrónico*, 50-55.
- Murugesan, S., & Gangadharan, G. R. (2012). *Harnessing Green IT*. Chichester: Wiley.
- Murugesan, S., & Gangadharan, R. G. (2012). *Harnessing Green IT Principles and Practices*. Chichester: Wiley.
- Nash, M. (2003). Oracle 10g: Infrastructure for Grid Computing. *Oracle*, 6.
- Philipson, G. (2010). A Green ICT Framework Understanding and Measuring Green ICT. *Connection Research Services*.
- Preve, N. (2012). *Computational and Data Grids: Principles, Applications and Design*. Information Science Reference.
- Rajkumar, B., & Srikumar, V. (2005). A Gentle Introduction to Grid Computing and Technologies. *COMPUTER SOCIETY OF INDIA*, 1.
- Red CLARA. (6 de noviembre de 2007). *Red CLARA Historia*. Recuperado el marzo de 2014, de Red CLARA: https://www.redclara.net/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=317&lang=es
- RedBook, I., Jacob, B., Brown, M., Fukui, K., & Trivedi, N. (27 de diciembre de 2005). *Introduction to Grid Computing*. Obtenido de IBM Redbooks: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg246778.pdf>
- Ríos Kruger, G., Iberico Hidalgo, M., & Díaz Barriga, O. (2009). Legión - Sistema de Computación en Grid. *Pontificia Universidad Católica del Perú*.

- Rodriguez, P. (27 de Junio de 2011). *LHC Computing Grid, así son las impresionantes redes de datos que permiten funcionar al Gran Colisionador de Hadrones*. Obtenido de Xataka On: <http://www.xatakaon.com/tecnologia-de-redes/lhc-computing-grid-asi-son-las-impresionantes-redes-de-datos-que-permiten-funcionar-al-gran-colisionador-de-hadrones>
- Sherringham, K., & Unhelkar, B. (2011). Strategic business trends in the context of green ICT. En *Handbook of Research in Green ICT: Technical, Business and Social Perspectives* (págs. 65-82). Hershey: IGI Global.
- Sotomayor, B., & Childers, L. (2006). *Globus Toolkit 4 Programming Java Services*. Chicago: Elsevier - Morgan Kaufmann.
- Stockinger, H. S. (17 de marzo de 2007). Defining the grid: a snapshot on the current view. *Swiss Institute of Bioinformatics*.
- Unhelkar, B. (2011). *Green IT Strategies and Applications Using Environmental Intelligence*. Boca Raton: CRC Press.
- Viktors, B. (2002). *Fundamentals of Grid Computing*. IBM Redbooks.
- Von, W., SIEBENLIST, F., FOSTER, I., BRESNAHAN, J., CZAJKOWSKI, K., GAWOR, J., . . . TUECKE, S. (2003). Security for Grid Services. *University of Chicago, Department of Computer Science - Argonne National Laboratory, Mathematics and Computer Science Division - University of Southern California, Information Sciences Institute*.
- Xiao, Y. (2014). *Security and Privacy in Smart Grids*. Boca Raton: CRC Press.

ANEXO 1