

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
Y LA COMUNICACIÓN



**“ANÁLISIS DEL IMPACTO ENERGÉTICO POR EL USO DE TECNOLOGÍAS
VERDES EN EQUIPOS DE TI DE CECYTE BC”**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
Y LA COMUNICACIÓN**

**PRESENTA:
SEVERO OMAR LICÓN GARCÍA**

**DIRECTOR DE TESIS:
DRA. MARÍA YSABEL MÁRQUEZ MONTENEGRO**

ÍNDICE

Índice de tablas.....	iv
Índice de figuras.....	v
Resumen.....	1
Capítulo I	
1 Introducción.....	2
1.1 Antecedentes.....	4
1.2 Justificación.....	8
1.3 Planteamiento del problema.....	11
1.4 Objetivos.....	13
1.5 Alcances y limitaciones.....	14
Capítulo II	
2. Marco referencial.....	15
2.1 Tecnologías verdes.....	15
2.1.1 Ahorro y uso eficiente de energía.....	17
2.1.2 Otras áreas de Green IT.....	19
2.2 Consumo de energía.....	21
2.2.1 Iniciativas para el ahorro de energía.....	22
2.2.1.1 Energy Star.....	22
2.2.1.2 80Plus.....	23
2.2.1.3 EPEAT.....	24
2.2.1.4 The Green Grid.....	24
2.2.2 Centro de datos.....	25
2.2.2.1 Virtualización.....	28
2.2.2.2 Métricas.....	30
2.2.3 Consumo de energía fuera del centro de datos.....	32
2.2.3.1 Administración de energía en equipo de cómputo.....	34
2.2.3.2 Configuración avanzada e interface de poder.....	36
2.2.3.3 Medición del consumo de energía.....	37

Capítulo III	
3. Metodología.....	38
3.1 Sujeto.....	38
3.2 Material.....	39
3.3 Procedimiento.....	40
3.3.1 Primera etapa.....	41
3.3.2 Segunda etapa.....	43
3.3.3 Tercera etapa.....	45
Capítulo IV	
4. Resultados.....	47
4.1 Inventario.....	47
4.1.1 Administración de energía.....	49
4.1.2 Consumo de energía.....	54
4.1.3 Resultados del software de monitoreo.....	57
4.1.4 KWH y costos.....	64
4.2 Configuración en la administración de energía.....	67
4.2.1 KWH y Costos.....	69
4.2.2 Propuesta de implementación en el centro de datos.....	71
4.3 Huella de carbono.....	73
Capítulo V	
5. Discusión y Conclusión.....	75
5.1 Discusión.....	75
5.2 Conclusión.....	82
5.3 Recomendaciones y trabajo a futuro.....	83
Referencias bibliográficas.....	89
Glosario.....	93
Anexos.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Certificación del estándar 80 Plus.....	23
Tabla 3.1 Plan de horario para toma de lectura, KWH.....	42
Taba 4.1 Configuración de administración de energía, laboratorios.....	49
Tabla 4.2 Características de los servidores.....	53
Tabla 4.3 Servicios y aplicación asignadas por servidor.....	54
Tabla 4.4 Bitácora de lecturas de KWH, Dell 755.....	55
Tabla 4.5 Bitácora de lecturas de consumo de servidores.....	56
Tabla 4.6 Consumo en KWH y Costos de equipos de computo, DG Cecyte.....	67
Tabla 4.7 Consumo KWH y costos mensual en servidores.....	67
Tabla 4.8 Diferencias después de la implementación.....	71
Tabla 4.9 Consumo KWH y costos mensual en servidores, propuesta.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Áreas que comprenden las tecnologías verdes.....	3
Figura 2.1	PUE y DCiE.....	32
Figura 2.2	Consumo de energía en el área de TI.....	33
Figura 4.1	Segmentación de Red Local de DG de Cecyte.....	48
Figura 4.2	Dispositivos con administración energía.....	50
Figura 4.3	Configuración por cada opción en la administración de energía.....	51
Figura 4.4	Tiempos asignados al monitor.....	51
Figura 4.5	Tiempos asignados a la suspensión del equipo.....	52
Figura 4.6	Tiempos asignados a la hibernación del equipo.....	52
Figura 4.7	Consumo de watts por cada estado, Dell 755.....	56
Figura 4.8	Equipos activos en laboratorio A, lunes a viernes.....	57
Figura 4.9	Equipos activos en laboratorio A, fines de semana.....	58
Figura 4.10	Equipos activos en laboratorio B, lunes a viernes.....	59
Figura 4.11	Equipos activos en laboratorio B, fines de semana.....	59
Figura 4.12	Equipos activos en DG Cecyte, lunes a viernes.....	60
Figura 4.13	Equipos activos en DG Cecyte, fines de semana.....	61
Figura 4.14	Porcentaje de uso del procesador	61
Figura 4.15	Porcentaje de disponibilidad de memoria RAM.....	62
Figura 4.16	Disponibilidad de espacio en disco duro	63
Figura 4.17	Tráfico en la tarjeta de red.....	63
Figura 4.18	Consumo de electricidad en DG Cecyte, lunes a viernes.....	64
Figura 4.19	Consumo de electricidad en DG Cecyte, fines de semana.....	65
Figura 4.20	Costo por consumo de energía en DG Cecyte, lunes a viernes.....	66
Figura 4.21	Costo por consumo de energía en DG Cecyte, fines de semana.....	66
Figura 4.22	Equipos activos en DG Cecyte, lunes a viernes después de configuración.....	68
Figura 4.23	Equipos activos en DG Cecyte, fines de semana, después de configuración.....	69

Figura 4.24 Consumo de electricidad en DG Cecyte, lunes a viernes, después de configuración	69
Figura 4.25 Consumo de electricidad en DG Cecyte, fines de semana, después de configuración.....	70
Figura 4.26 Costos de consumo en DG Cecyte, lunes a viernes, después de configuración	70
Figura 4.27 Costos de consumo en DG Cecyte, fines de semana, después de configuración.....	71
Figura 4.28 Servidores en el centro de datos.....	72
Figura 4.29 Solución propuesta para el centro de datos.....	73

RESUMEN

La reducción de costos es un aspecto esencial en las empresas y/o organizaciones, y si a esto se le agrega el cuidado y preocupación por el medio ambiente se pueden obtener resultados que sean benéficos para ambas partes. Actualmente existen investigaciones que buscan desarrollar estrategias que sean favorecedoras tanto para las organizaciones como para el medio ambiente, en este caso, en el área de las tecnologías de la información (TI), ya que el consumo energético en los equipos de cómputo y servidores ha sido tomado en cuenta en las organizaciones por el impacto que estas tienen en los costos de consumo de energía, y en el medio ambiente por su correspondiente producción de CO₂. Las tecnologías verdes han sido el resultado en la cooperación de la sustentabilidad ambiental y económica de las organizaciones. La aplicación de las técnicas desarrolladas no es suficiente para alcanzar las metas que las tecnologías verdes proponen, la gestión por parte de los administradores de las TI es fundamental para dar continuidad y desarrollar dentro de la misma organización nuevas iniciativas provechosas para ambas partes. Los directivos de las TI tienen la responsabilidad de implementar, dar seguimiento y de demostrar a los ejecutivos de las organizaciones el beneficio de Green IT. Para evaluar el beneficio en la utilización de buenas prácticas de Green IT, fue necesario el monitoreo del comportamiento de los equipos de cómputo, así como de los servidores para conocer la utilización de estos. La investigación sobre el consumo energético de los equipos junto con el análisis hecho del monitoreo, dio la oportunidad de presentar suficientes resultados para ver el beneficio que puede ser para la organización, y que esta a su vez, adopte más proyectos de este tipo. La utilización de herramientas y técnicas, en los equipos de cómputo y centro de datos, fueron de ayuda para obtener un ahorro de energía significante. En este estudio se pretendió ahondar en información acerca de la utilización de las tecnologías verdes, ya que es un concepto que actualmente está teniendo aceptación en México. El resultado que este proyecto aportó puede ser utilizado para la implementación en otras organizaciones continuando con el esfuerzo de *Green IT*.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

Las “Tecnologías Verdes” conocidas como “*Green Computing*” o “*Green IT*”, al definirse dentro del contexto de empresa se pueden considerar como el “uso óptimo de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) para el manejo de la sustentabilidad ambiental en las operaciones de la empresa y de la cadena de abastecimiento, así como también de los productos, servicios y recursos a través de su ciclo de vida” (Mingay, 2007). Por otra parte Carter (2008) la define como “el diseño, manufactura, utilización y disposición de productos de TI y materiales relacionados de una manera ambientalmente responsable”.

Esta última definición de Mingay (2007) implica incrementar el material y la eficiencia energética de la infraestructura de las TI en la empresa, así como las actividades de los negocios que ella realiza. También implica que las empresas que desarrollan productos o proporcionen servicios relacionados con las TI, generen una selección de alternativas que reduzcan el impacto ambiental como la contaminación y el insostenible uso de los recursos. Además Green IT promueve la generación de soluciones fuera del propio departamento, involucrándose con las operaciones y funciones de la organización entera, modificando e innovando en los procesos tradicionales.

Debido a lo anterior, se considera que la forma tradicional de compra y operación de equipos de cómputo es predecible y probada, ya que ha venido funcionando desde hace mucho tiempo; pero no porque el concepto de Green IT sea nuevo para los administradores de TI significa que agregando o modificando el proceso tradicional con el que se ha venido operando, pueda producir una falla en este. La oportunidad que brinda Green IT, se refiere a reducir costos de operación en la organización por la creación y aplicación de nuevos procesos con la ayuda de las TIC (Webber & Wallace, 2009).

Las tecnologías verdes comprenden varias áreas de acción (ver figura 1.1), siendo la eficiencia energética uno de sus principales objetivos dado la preocupación que existe por el consumo energético, o por falta de eficiencia energética que estaban teniendo los equipos de cómputo en las organizaciones. Al no existir un control estricto por parte de alguna organización que regulara a las empresas fabricantes de equipo tecnológico, la agencia de protección ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), de los Estados Unidos, creó una organización que se encargara de regular tanto a los equipos de cómputo como a los equipos electrónicos en general para ver que se cumplan las normas establecidas para el ahorro de energía.

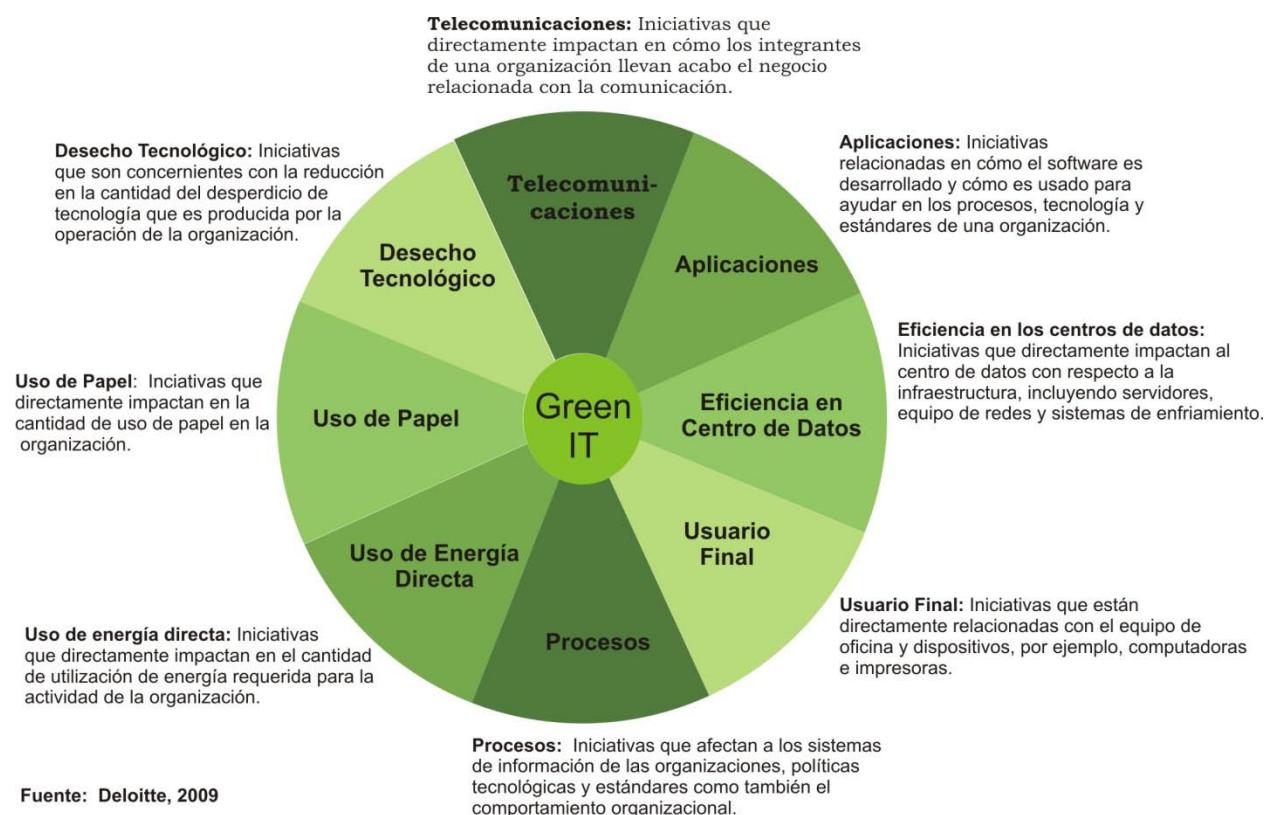


Figura 1.1 – Áreas que comprenden las tecnologías verdes.

Según Radicke, Roden & Yunke (2009), existe una relación en el consumo energético y el cambio climático debido a la producción de electricidad, y como respuesta aparece el concepto de Green IT, creando iniciativas para el ahorro y mejores prácticas en las

tecnologías de la información. Al emplear estas iniciativas se busca contribuir al cuidado del medio ambiente y simultáneamente, al ahorro de costos en las diferentes organizaciones donde se apliquen.

Debido al rápido crecimiento en el uso de las tecnologías de la información, el consumo de energía va creciendo junto con este; por lo tanto es necesario tomar medidas preventivas para afrontar este aumento de energía y a su vez ahorrar en costos generales. De no establecerse controles para la reducción en el consumo eléctrico en los equipos de TI (equipos de cómputo, servidores, impresoras, etc.), el costo de la electricidad en una organización puede llegar a ser muy significativo y preocupante para la misma.

1.1. ANTECEDENTES

Los equipos de cómputo y la infraestructura de las TI, consumen significante cantidad de energía la cual se refleja en los recibos por consumo de electricidad y de igual forma, se considera que contribuye a las emisiones de gases de invernadero. La acumulación de estos últimos, está causando el cambio climático, provocando problemas en algunos países tales como inundaciones, sequías, entre otros donde antes no ocurrían estos fenómenos. Según Murugesan (2008) considera que para detener la acumulación de gases de invernadero en la atmósfera, es necesario reducir las emisiones globales de CO₂. Siendo un importante elemento tratar de reducirlos desde su generación, puesto que se considera que las tecnologías de la información tiene una contribución mundial del 2% en la emisión de Monóxido de Carbono (CO₂), igualando la producción que tiene la industria aeronáutica (Mingay, 2007).

Los gases de invernadero se producen desde varias fuentes, entre las cuales se encuentran las plantas generadoras de energía eléctrica que son alimentadas con combustibles fósiles para la generación de electricidad, produciendo y arrojando al aire CO₂ (Webber & Wallace, 2009). Según la Agencia de Protección Ambiental (2007), en Estados Unidos de América el consumo de energía usado para energizar los servidores

y centros de datos de esa nación, fue de 61 mil millones de kilowatt-hora (KWH) en el 2006, el equivalente al 1.5% del total de la energía consumida en ese país, con un costo aproximado de \$4.5 mil millones de dólares. Para la generación de energía en EUA, más del 85% se produce a través de la utilización de combustibles fósiles, como el carbón, gas natural y petróleo (DOE, 2011).

Para el 2011, la EPA proyecta que el consumo de energía será de 1.2 gigawatts (GW), indicando que se requerirá de la construcción de diez plantas de generadoras de electricidad para suplir esa demanda (EPA, 2007). Si este pronóstico se cumple, la generación de CO₂ también crecerá a la par de la energía necesaria para alimentar a los centros de datos en un futuro. Es por ello que Radicke, Roden & Yunke (2009) mencionan que “La relación entre el calentamiento global y la tecnología se encuentra principalmente basada por el consumo de energía eléctrica que estas tienen, por su producción y por su uso”.

En 1992 la EPA creó a *Energy Star* como parte de un programa designado para identificar y promover la eficiencia energética de los productos para reducir la emisión de gases de invernadero. En un inicio se comenzó a etiquetar monitores y equipamiento electrónico caracterizados por su eficiencia energética (Energy Star, 2009a). Fue en la ciudad de Berlín, el primero de septiembre de 1992 cuando se lanzó el primer estándar de la *TCO Development* (Confederación Sueca para empleados profesionales), que incluía estándares por la radiación emitida por los monitores, la afectación de la energía y la seguridad de la electricidad y el fuego (TCO Development, 2009).

A raíz de la preocupación de la EPA por promover equipos electrónicos más eficientes, el Washington Post publicó un artículo, en donde se hace mención que la EPA impulsaba el uso de computadoras eficientes en el consumo de energía, equipadas con nuevas tecnologías para que entraran en modo de suspensión después de tiempo de inactividad; en este artículo fue donde empezó a utilizar por primera vez el término *Green Computing* (Reid, 1992).

Hoy en día, varios estados, naciones, gobiernos regionales y organismos supranacionales, como el Reino Unido (UK, por sus siglas en Ingles), Unión Europea, Australia, California, el G8 (Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Rusia, Reino Unido, EUA) y otros han decidido detener las emisiones de CO₂, con un objetivo del 25% de reducción para el año 2020 y, del 60% a 80% para el año 2050; por lo cual se podrá esperar en el futuro un serie de leyes dirigidas a cumplir esta meta (Mingay, 2007). Con los objetivos en la reducción de CO₂ y eficiencia en el uso de la energía, han surgido organizaciones que se han enfocado a esta misión, entre las cuales están Green Grid, Green Electronics Council, Green Technology Alliance, Climate Savers Computing y Behind The Green, entre otras.

En los últimos años, las organizaciones han puesto mayor atención a las tecnologías verdes como medio para ahorrar costos en los departamentos de informática, por los consumos de energía eléctrica de los equipos. La adopción de *Green IT* puede permitir a las organizaciones detener costos considerables por consumo de energía, aplicando mejores prácticas, como la virtualización en los centros de datos para reducir físicamente equipos de cómputo y espacio. En la actualidad existe un interés de las empresas por ser verdes, así como por la reducción de costos en sus operaciones del departamento de TI (Mines, 2008).

La manera en la cual el departamento de TI o sus administradores pueden ayudar a la organización a ser más verde, se debe a que las tecnologías de la información está integrada en la forma de trabajar de la organización; como la utilización de acceso remoto a los recursos de la empresa, herramientas de comunicación personal y una amplia variedad de software y tecnologías utilizados para dar continuidad en la operación de la organización, por ello, es frecuente encontrar que el personal de TI se vea involucrado en la mayoría de los procesos de operación de la organización. Por lo tanto las TI pueden determinar la forma de trabajar de las personas; los administradores de las TI están a cargo del desarrollo y aplicación de tecnologías en estas áreas, razón por la que tienen la oportunidad de realizar un cambio al proponer e

implementar soluciones que aumenten los beneficios de las organizaciones (Nunn, Hersch & Bonecutter, 2008).

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Dinamarca (2009), en conjunto con organizaciones y asociaciones en la industria de las TI, crearon un documento en base a casos de estudio con recomendaciones, ideas e inspiraciones para las organizaciones que quieren adoptar un perfil verde. Entre algunos de los beneficios que pueden ser alcanzados por la implementación de las tecnologías verdes, se encuentra que las organizaciones incrementan su responsabilidad social; así como que las compañías que toman seriamente este recurso, pueden aumentar su imagen y marca, llevándoles en un incremento de ventas de sus productos o servicios. Por otro lado, existen buenos resultados financieros obtenidos de las tecnologías verdes; puesto que frecuentemente estos ahorros se generan por el consumo de energía de servidores y estaciones de trabajo. A largo plazo, los costos de la energía se espera que aumenten en consecuencia de la demanda global y los requerimientos políticos por reducir las emisiones de CO₂. Además la creación de una estrategia en el uso de las tecnologías verdes se puede aprovechar para aumentar el potencial de las TI en una organización; ya que muchas veces el departamento no es contemplado para un crecimiento o inversión por parte de los ejecutivos de la organización, por lo tanto se podría aprovechar las ventajas de estas iniciativas verdes para la mejora y actualización del mismo departamento de TI.

Como un ejemplo de lo anterior, el gobierno municipal de San Francisco, EUA, y su CIO (*Chief Information Officer*) Chris Vein implementaron un plan estratégico como medio de un esfuerzo para hacer sus operaciones informáticas más amigables con el medio ambiente, como parte de sus metas estuvo el reducir el papel en un 20%, al compartir información por un manejador central en formato digital, y la instalación de un administrador de energía centralizada para las estaciones de trabajo, entre otras acciones (Thibodeau, 2008).

Por otro lado, en la Universidad de Colorado (UC) en EUA, cuya unión de estudiantes, preocupados por el crecimiento del número de computadoras en su campus, implementaron una campaña de conciencia sobre el uso de ellas y, sobre el consumo energético o contaminación que estas producían, tanto para la universidad como para el ambiente. Calcularon que aproximadamente existían 18,000 computadoras personales en el campus, las cuales tenían un costo en energía de alrededor de 550,000 dólares por año. Además, debido al calor que generaban entre computadoras y servidores, así como con el consumo energético requerido para enfriarlas, los costos ascendieron a 700,000 dólares anuales, solo por este rubro (University of Colorado, 2008).

Otro caso fue en el estado de Delaware, el Departamento de Tecnología e Información inicio con su programa de ahorro de energía, que a través de la implementación de pequeñas estrategias se lograron los beneficios esperados, así como que el departamento de TI, junto con el personal, adoptara y se unieran al nuevo concepto de cambio. Uno de los resultados más significativos de la creación de un procedimiento informático automatizado (script), que permitió desarrollar rutinas en donde después de un cierto tiempo, las computadoras entraran en estado de hibernación, bajaran la actividad de los discos duros y se apagaran los monitores, siempre y cuando se antecediera de un periodo de inactividad. Según cálculos de Rob Revels esa sola aplicación, le ahorro 11 centavos de dólar por KWH, siendo alrededor de \$10,000 de ahorro por cada 200 estaciones de trabajo (Vizard, 2008).

1.2. JUSTIFICACIÓN

La sustentabilidad ambiental se está convirtiendo en un tópico muy importante para las organizaciones; los clientes, empleados y accionistas se están empezando a preguntar sobre el impacto ambiental que causa su organización, es por esto que por medio de las tecnologías verdes, dentro del área de las TI, pueden ayudar a las organizaciones a crear su propia sustentabilidad, además de la reducción de costos por su implementación (Carter, 2008).

Green IT es vista como una estrategia tecnológica, ya que puede tener un impacto significativo para las organizaciones que se decidan por la adopción de esta iniciativa en sus programas de trabajos (Gartner, 2009).

La influencia de las TI en la operación de la organización puede estar muy arraigada en los diferentes departamentos, es por esto que los administradores de las TI tienen una gran influencia en la implementación de iniciativas o buenas prácticas de Green IT. Los administradores deben de reforzar las iniciativas o proyectos creados hacia los empleados, para reducir el gasto de energía innecesario apagando los equipos de cómputo o impresoras cuando no se estén utilizando, imprimir documentos solo cuando sea necesario, el reciclado de papel o cualquier otra iniciativa propuesta por el departamento de IT (Nunn, Hersch, Bonecutter, 2008).

Reducir el costo de energía es relevante, se considera que solamente un 25% de los administradores de las TI pagan el consumo de energía de presupuesto propio asignado; razón por la cual los administradores de las TI debe de intervenir y relacionarse con el consumo de energía que está teniendo su departamento; para darse cuenta de la problemática y proponer soluciones que evidenciara su esfuerzo en la reducción de costos para la organización (Harenchar, 2008).

En este sentido, los centros de datos han venido creciendo y expandiéndose rápidamente en el transcurso del cambio de la información en papel a digital (Lamb, 2009). Y como resultado, se encuentra que los esfuerzos de los estudios realizados y de las organizaciones para empezar a utilizar las tecnologías verdes están dirigidos hacia los centros de datos, estos se han convertido en una necesidad para el funcionamiento de negocios, organizaciones académicas y sistemas gubernamentales.

Otra razón por la cual se enfocan las tecnologías verdes a los centros de datos, se debe en mayor parte al gran consumo de energía que requieren los equipos, tanto para su funcionamiento como para mantenerlos a una temperatura óptima de operación. En el estudio que presentó la EPA (2007), se encontró que del año 2000 al 2006, en lo

referente al consumo de energía en estos centros de datos, este se elevó a más del doble y se encuentra en constante crecimiento.

La mayoría de los estudios existentes se centran más en reducir el impacto de estos centros de datos de gran tamaño dejando a lado a los de diferente tamaño. Por ello la importancia de esta investigación, orientada a analizar los resultados en la implementación de las tecnologías verdes en organizaciones con menor número de servidores en su centro de datos y en donde la mayoría de sus equipos de TI son computadoras de escritorio, que de igual manera incide en el consumo de electricidad en la organización.

Se considera que de un 9% a un 15% de la energía consumida en las oficinas es demandada por computadoras y monitores; así como que el 60% de las computadoras se quedan encendidas después de las horas laborales; y que según datos de Mingay (2007) del 2% de la emisión global de CO₂ que tienen las TI, el 39% lo emite el equipo de cómputo. Es importante entonces hacer un cambio en la manera tradicional que han sido administrados los equipos de telecomunicaciones y/o equipos de cómputo en general, por parte de los administradores y usuarios de las TI, el cual ha sido el de mantenerlos encendidos todo el tiempo sin importar el nivel de utilidad de los equipos en su momento (Carter, 2008).

Drakos y Paquet (2009) sugieren tomar acciones que de manera inmediata, como es la utilización de la virtualización y la aplicación de las tecnologías verdes para un beneficio inmediato en costos y en flexibilidad para el futuro.

En base a lo anterior, la importancia de este proyecto, se refiere a realizar una análisis de los equipos de cómputo y el centro de datos de la Dirección General de Cecyte (DG Cecyte) y de desarrollar una propuesta en donde se refiere el beneficio que ofrecen las tecnologías verdes tanto en el ahorro de costos por consumo de energía, así como crear la motivación de la población de usuarios, referente al nivel de impacto ecológico si se adoptaran estas alternativas. Por ser un caso práctico donde se obtienen

resultados por la utilización de buenas prácticas, este proyecto se desarrolla como base de análisis para medir la efectividad de la implementación de las tecnologías verdes en la organización.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desconocimiento de los administradores de las TIC sobre el costo producido por el equipamiento tecnológico, como computadoras, servidores, impresoras, equipo de telecomunicaciones, etc., por el consumo de energía eléctrica que estos tienen durante toda su vida de utilización, hace imposible resolver una problemática que se desconoce. De manera tradicional el departamento de TI está dedicado a resolver problemas, tales como la implementación de soluciones informáticas para los procesos de trabajo de las organizaciones, la instalación de equipos de telecomunicaciones, soporte técnico, entre otras; pero pocas veces ha evaluado el costo de los equipos por su utilización y que se ven reflejados en los recibos de consumo eléctrico de la organización. El departamento de TI dentro de sus gastos de operación, solo presupuesta los costos que tienen la adquisición y utilización de nuevas tecnologías, ya sea software o hardware, y el departamento de finanzas por general es el encargado de pagar las cuentas del consumo de energía. Esta desconexión entre estos dos departamentos es la causante del desconocimiento de los gastos o el consumo energético que produce el equipamiento de TI en la organización (Lamb, 2009).

El ignorar este tipo de información, provee el no tener una administración energética adecuada en los equipos, o que no sean evaluadas algunas técnicas de ahorro o uso eficiente de energía, ni puestas en marcha buenas prácticas para el ahorro de costos de departamento de TI. La reducción en el uso de la energía y la utilización de equipos más eficientes es una de las metas principales en las que se enfoca las tecnologías verdes. Dentro de la organización las áreas de oportunidad que se pueden atender siguiendo buenas prácticas se refieren, a la administración de energía en los equipos de cómputo y en la reducción de servidores en el centro de datos.

En los equipos de cómputo, el 90% de ellos no tienen activadas o configuradas las herramientas de administración de energía adecuadamente (Roberson et al. 2004), las cuales, después de largos periodos de inactividad permita a los equipos pasar a un estado de suspensión y bajar su consumo eléctrico; de lo contrario los equipos operan y consumen energía donde el equipo opera en condiciones normales de trabajo, desperdiciándola.

Los servidores por otra parte, son otra fuente de alto consumo de energía, al estar encendidos las 24 horas, esto debido a las necesidades de la organización, que se refieran a disponer de servicios o información en su momento y de una manera rápida; sin embargo es posible aplicar técnicas o soluciones para la reducción de ellos y de igual manera brindando la misma calidad en el servicio. Entre las soluciones se encuentra virtualizar o consolidar servicios integrándolos en un mismo servidor, con esto eliminando una fuente de consumo de energía en el centro de datos (Lamb, 2009).

Aunado a lo anterior, en todo centro de datos, donde se encuentran los servidores y equipos de telecomunicaciones, se genera calor por la operación continua de ellos y este calor tiene que ser eliminado mediante equipo de enfriamiento, el consumo de energía requerida para la operación del equipo de enfriamiento es parte del problema que las tecnologías verdes buscan disminuir.

En base a lo anterior, las principales problemáticas en las que se enfoca este proyecto es la de impulsar el ahorro de costos en el departamento de tecnologías de la información de la Dirección General de Cecyte por el consumo de energía de los equipos de cómputo y en su centro de datos.

Formulación del problema

El desperdicio de energía eléctrica que es causado por los equipos de cómputo y servidores por la falta de buenas prácticas de eficiencia energética, permaneciendo los

equipos de cómputo sin una administración de energía apropiada o sobre población de servidores en el centro de datos.

Preguntas de Investigación

¿Cuál será el costo-beneficio en la utilización de las tecnologías verdes para el ahorro en el consumo de energía eléctrica en la Dirección General de Cecyte?

¿Cuál es el ahorro en costos de energía eléctrica por la implementación de las tecnologías verdes contra los costos sin la implementación de ellas?

¿Cuál será el nivel de complejidad por la implementación de las tecnologías verdes en la Dirección General de Cecyte y el plantel Xochimilco?

1.4. OBJETIVOS

Objetivo general:

Determinación del impacto en la implementación de tecnologías verdes en la Dirección General de Cecyte para el ahorro de y uso eficiente de la energía eléctrica en los equipos de TI.

Objetivos particulares:

- Medir la efectividad de las tecnologías verdes en los equipos de cómputo y servidores.
- Evaluación de costo-beneficio de la implementación de las tecnologías verdes a través de diferentes técnicas existentes, como virtualización de servidores, administración de energía en los equipos de cómputo.
- Generación de recomendaciones para el seguimiento de buenas prácticas en el consumo de las tecnologías de información y el uso eficiente de ellas para usuarios, administrativos y a todas aquellas personas que tienen contacto de las TI en la Dirección General de Cecyte.

- Evaluación de comparativas en mediciones de consumo eléctrico, antes y después de la implementación de las tecnologías verdes y evaluar su costo por su utilización.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances:

El alcance de este proyecto es implementar las tecnologías verdes y aprovechar el beneficio que ellas proponen, con esta aplicación se pretende ahorrar en costos de gastos de energía eléctrica, ahorros de servidores físicos y ser más amigable con el medio ambiente al consumir menos electricidad. Además, que el departamento de TI de la Dirección General de Cecyte cuente con iniciativas de las tecnologías verdes al momento de adquirir, cambiar o modificar su estructura tecnológica.

Limitaciones:

Debido a las diferentes áreas en las que se integran las tecnologías verdes no sería posible aplicarlas todas en la Dirección General de Cecyte, por el tiempo que se demandara, recurso económico y humano, solo se limitara a la parte que concierne en el consumo energético de los equipos de cómputo, virtualización en servidores y una propuesta de guía de mejores prácticas para el departamento de TI.

CAPITULO II

2. MARCO REFERENCIAL

Los avances de las tecnologías de la información ha facilitado la adopción de ellas en todo tipo de ambiente ya sea en lo social o laboral. Se usan para comunicarse, jugar, hacer investigación, trabajar, etc., suponiendo mejorar nuestras vidas. Con todos los beneficios que puedan traer las nuevas tecnologías, no se percibe la influencia que las TI tienen hacia el medio ambiente, como lo es el impacto que tienen los componentes electrónicos al ser desechadas en basureros tradicionales, por sus materiales tóxicos con los que se fabrican; así como por el consumo eléctrico propio para su funcionamiento entre otros.

En lo que se refiere al consumo eléctrico, este tópico es de una gran importancia debido a la contribución a la emisión de gases de invernadero en gran forma. Hoy en día, las tecnologías verdes proponen mejores prácticas orientadas a la utilización de técnicas que ayudan a la reducción del consumo y al uso eficiente de la energía, buscando tener beneficios que permiten a las TI ser mas amigables con el medio ambiente, así como una reducción de costos para las organizaciones que emplean estas tecnologías.

2.1 TECNOLOGÍAS VERDES

Las tecnologías de la información hoy en día son una necesidad básica y una herramienta importante de gran escala, la cual se ha convertido indispensable para la mayoría de las empresas en sus operaciones. Las organizaciones día a día, confían en las tecnologías de la información para realizar la mayor parte de sus procesos de operación, desde escribir comunicados en su procesador de palabras, enviar correos electrónicos a sus empleados o clientes, hasta llevar los inventarios de sus almacenes, calcular la nómina de sus empleados o comercializar sus productos en internet. En menor o mayor escala son utilizadas, incluso hay organizaciones que se encuentran

operando completamente en internet, basando completamente sus procesos en las TI. Dependiendo en cómo establecen sus operaciones, es la cantidad de equipamiento tecnológico que necesitan para soportar sus actividades, llevando desde unas cuantas computadoras en la oficina y un pequeño centro de datos hasta cientos de computadoras personales, impresoras, laptops y centros de datos con decenas de servidores y equipo de telecomunicaciones al servicio las 24 hrs del día, los 365 días del año.

Esta cantidad de equipos de cómputo demandan una cantidad considerable de energía eléctrica para su funcionamiento. A mayor cantidad de equipos de cómputo y telecomunicaciones, mayor será la energía eléctrica a usar y por lo tanto mayor el desembolso de ese consumo. La energía necesaria para satisfacer esta demanda, es creada en las plantas de generación de energía eléctrica que utilizan combustibles fósiles para su funcionamiento; la quema de estos combustibles fósiles produce CO₂ que contamina al medio ambiente y colabora en la creación de los gases de invernadero (Velte, Velte & Elsenpeter, 2008). A nivel mundial la generación de electricidad ha aumentado un 67% desde 1990, donde aproximadamente el 70% proviene de la utilización de combustibles fósiles y su participación ha ido en aumento. Entre 1990 y 2007 las emisiones de CO₂ por la generación de energía eléctrica, aumentaron un 59% para así alcanzar 12 mil millones de toneladas; México tiene una participación por emisión de CO₂ de 112.46 millones de toneladas (SENER, 2011).

Es por esto que las organizaciones han tomado en cuenta prácticas sustentables conocidas como *Green IT* o Tecnologías Verdes. Las tecnologías verdes se basan en usar más eficientemente los equipos de TI para tener una reducción en el consumo de energía, en la consideración de la adquisición de soluciones energéticamente eficientes y en la posibilidad de modificar o crear nuevos procesos, relacionados al departamento de TI, que ayuden a las organizaciones a reducir su producción de CO₂ siendo más amigables con el medio ambiente (Lamb, 2009).

El verdadero reto de los administradores de las TIC, se refiere a dejar de pensar en el beneficio y mejoramiento de su propio departamento de TI, y todo lo relacionado a él únicamente. La recompensa que aporta Green IT, es la de brindar una oportunidad de beneficiar a toda la organización y, la de crear y sugerir innovaciones tecnológicas que beneficiaran a los demás departamentos (Harenchar, 2008).

2.1.1 AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA

Para reducir el impacto que tienen las TI en el ambiente, es necesario implementar y utilizar prácticas verdes en nuestros sistemas de información, servicios y aplicaciones que se usan día con día, para el desarrollo de las TI en toda organización. Green IT o las tecnologías verdes tienen un beneficio al medio ambiente por la reducción y uso eficiente de la energía, utilización de materiales menos dañinos e impulsando el re-uso y reciclaje (Murugesan, 2008).

Ser verde en este sentido no es fácil, la mayoría de las organizaciones no puede cambiar sus servidores o invertir en unos nuevos, por evitar producir unos cuantos cientos kilos de CO₂ que son arrojados a la atmósfera. Si el evitar el cambio climático no es suficiente para las organizaciones, entonces hay que dialogar con los directivos de las organizaciones con algo que los motive a hacerlo, eso podría ser el aspecto económico (Rubens et al., 2009).

Los beneficios ambientales que aportan el uso o implementación de las tecnologías verdes son importantes, pero también la reducción de costos en los departamentos de TI son de importancia para las organizaciones, por la reducción del consumo de energía eléctrica de los equipos de cómputo principalmente. No es económico la inversión en equipos de cómputo, servidores o equipo de telecomunicaciones nuevos que sean más eficientes como parte de la solución, pero se puede considerar esta característica en los próximos equipos a adquirir; en los equipos existentes esta la posibilidad de reducir su consumo actual de energía mediante la activación de administración de energía de los propios equipos, configurándolos para que

permanezcan en un estado bajo de consumo eléctrico cuando no sean usados durante un periodo de tiempo. En el caso de los centros de datos esta la posibilidad de reducción de servidores por la aplicación de virtualización y consolidación de estos, eliminando servidores físicos y reduciendo costos por hardware y de energía.

La compra de nuevos equipos de cómputo en una organización muchas veces se ve afectada por la manera tradicional en la cual se han realizado las adquisiciones, guiándose por el precio más bajo ofrecido por el vendedor, sin embargo es necesario realizar la compra con una intención verde.

Según Nunn (2008), esta es un área donde el departamento de TI puede hacer rápidamente una enorme diferencia de ahorro; los administradores de las TI pueden tener una responsabilidad e influencia en la compra del equipo ya que puede requerir que todo el hardware adquirido este acreditado por la Energy Star o algún otro programa similar. También comenta, que aunque más del 80% de las organizaciones de gran tamaño dicen tener en consideración factores ambientales en la implementación de sus operaciones de TI, aunque únicamente un 25% de ellas ha implementado un criterio verde en sus procesos de compra.

Para mejorar este proceso de compra de equipo se puede dar uso a la herramienta llamada EPEAT (Electronic Product Environmental Assessment Tool), la cual evalúa y certifica a los equipos de cómputo dentro de un criterio de eficiencia energética, y características ambientales en su fabricación. Esta herramienta web no solo provee información sobre el nivel de certificación del equipo sino que también presenta los que equipos que no cuentan con ella; es común que las compañías que buscan mejorar o comprometerse con soluciones verdes busquen adquirir los productos con un nivel de certificación EPEAT Silver o Gold.

En enero del 2007 el presidente de los EUA, George W. Bush, firmo la ley 13423, la cual indica que se requiere que todas las agencias federales de los EUA utilizaran la herramienta EPEAT en la compra de equipos de cómputo (Webber & Wallace, 2008).

Esta ley, no solo es sobre la eficiencia energética o el ahorro de energía que buscan alcanzar las tecnologías verdes, se refiere también a ser sustentable en todos los aspectos que involucra las TI, como ahorro en el papel, reciclaje de equipo de cómputo, adquisición de equipo con cumplimiento de estándares energéticos, etc. En una economía donde los costos de la energía aumentan, no simplemente bastará de ser mas energéticamente eficiente, sino que se requerirá de reanalizar, reevaluar y optimizar los procesos tradicionales y su cadena de valor, teniendo en cuenta el ahorro de energía y su producción de gases de invernadero (Mingay, 2007). Por su parte Murugesan (2008) refuerza la importancia de las tecnologías verdes comentando lo siguiente: “IT es parte del problema ambiental y puede ser parte de la solución. Green IT es y continuará siendo una necesidad y no una opción”, con ello resume que el problema ambiental que le corresponde a las TI puede ser solucionado con herramientas que ya posee y como el beneficio por la implementación de ellas hará que las organizaciones las tengan siempre presentes en todos sus procesos de TI.

2.1.2 OTRAS ÁREAS DE GREEN IT

Además de la intención de *Green IT* por mantener una eficiencia energética, se refiere también al impacto ambiental que tienen los equipos de TI durante todo su ciclo de vida, desde que es producido hasta que es desechado. Muy pocas organizaciones se han preocupado verdaderamente por el impacto ambiental que tiene la eliminación de equipos que no son ya no tienen utilidad económica y que son dispuestos en los basureros comunes (Webber & Wallace, 2009). La disposición correcta de los equipos de TI es importante así como el reciclaje de papel tiene un impacto ambiental y económico positivo en las organizaciones.

Los dispositivos y equipamiento de TI, como los monitores, dispositivos de almacenamiento, cables, circuitos integrados, se construyen con materiales tóxicos, como lo son el plomo, mercurio, cadmio entre otros; que al no tener un correcto tratamiento para su eliminación, estos desechos pueden causar un daño a la salud y al medio ambiente (Webber & Wallace, 2009). El reciclado apropiado de los equipos de

cómputo es importante para reducir el impacto ambiental y eliminar el riesgo a la salud que puede causar al ser desecharo en basureros normales.

La reducción del uso de papel en las organizaciones más que de tratarse de reducción de costos, busca reducir el impacto que produce la industria papelera al medio ambiente. Los EUA utilizan mil millones de árboles para la producción de papel y, a pesar que los EUA representan menos del 5% de la población mundial son responsables del consumo de 30% de papel en el mundo. Esta desforestación ha permitido la liberación de cerca 120 mil millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera, así como de 3 millones de toneladas de cloro utilizado para blanquear el papel y que por lo general se arroja a los ríos como desperdicio (Velte, Velte & Elsenpeter, 2008).

Otro de los problemas que trae consigo la utilización del papel en las organización es el costo que esto representa, por ejemplo: el costo de energía usada por impresoras y copiadoras, de mantenimiento a estos equipos, de espacio para el almacenamiento de documentos entre otros. Las tecnologías de la información ayudan a reducir el impacto que tiene el uso del papel mediante la utilización de un sistema de administración de documentos que ayudar tanto al medio ambiente como a la misma organización.

Los costos de almacenamiento, impresión y de tiempo causados por la búsqueda de documentos que no se tienen a primera mano son factores importantes para cambiar del viejo sistema de almacenamiento al nuevo que puede ofrecer la tecnología. Medios de almacenamiento como DVD, cintas magnéticas o discos duros son también de gran ayuda para mantener organizado los documentos lo cual también proporcionan un acceso más rápido a ellos que la forma tradicional en papel, estos permiten mantener respaldos de documentos sensativos para la organización. La idea principal es la de utilizar menos el uso de papel, que toda la documentación posible puede hacerse electrónicamente y que esta sea ordenada y almacenada en un servidor de documentos electrónicos. Los beneficios pueden ser muchos, como por ejemplo: bajar costo de papel, reducción de contaminación, menor desperdicio, reducción de energía

en impresión, menor espacio de almacenamiento, evitar tala de árboles, seguridad en la documentación, disponibilidad inmediata, etc.

2.2 CONSUMO DE ENERGÍA

Muchas veces los equipos se quedan encendidos sin carga de trabajo; computadoras sin eficiencia energética y con monitores CRT que no tienen la administración de energía, o certificación por Energy Star, activada como opción de forma para que se “duerma” después de un tiempo de inactividad; servidores encendidos las 24 hrs. a la espera de recibir información necesaria para trabajar, y que en muchos casos no utilizan la potencia total de lo que están diseñados para desempeñar. Situaciones como las anteriores descritas son pasadas por alto en las organizaciones desperdiando recursos energéticos que son traducidos en costos innecesarios.

Como lo comentan Webber & Wallace (2009), si se le preguntara al encargado del departamento de TI de una organización sobre el costo en el consumo eléctrico que consume su centro de datos y equipos de cómputo, ¿lo sabría? Entonces el primer problema sobre el consumo de energía es la desconexión entre las personas que pagan el recibo de electricidad y quienes consumen electricidad. El desconocimiento del consumo de energía, lleva a ignorar el desperdicio que es producido por los equipos y esto a su vez a ignorar mejores prácticas para el ahorro y eficiencia de energía.

Los principales tipos de desperdicio de energía que ocurren en todas las organizaciones, según Webber & Wallace (2009), que son las más significativas y las que se discuten a través del todo el documento son: alimentar equipamiento cuando no es necesario, sobrealimentar equipamiento más de lo necesario y el desperdicio de la energía por su ineficiencia en su uso.

2.2.1 INICIATIVAS PARA EL AHORRO DE ENERGÍA

Existen organizaciones que están siendo apoyadas por el gobierno de los Estados Unidos que están comprometidas con mejorar la calidad en la eficiencia energética de los equipos de cómputo. El punto común de algunas organizaciones es la certificación de productos electrónicos que cumplen los estándares impuestos por estas organizaciones en la eficiencia energética y a su vez poderse comercializar el producto. Algunas de estas organizaciones son Energy Star, EPEAT y 80Plus. Por su parte, The Green Grid es una organización que trabaja conjuntamente con organizaciones del ramo de TI e instituciones de gobierno en busca de métricas y mejores prácticas para la eficiencia energética de los centros de datos.

2.2.1.1 ENERGY STAR

Energy Star fue creada por la EPA en 1992 como un programa voluntario para el etiquetado de equipos de manufactura de energía eficiente. En 1996 se enfoco a monitores y computadoras. Cada año Energy Star se ha expandido a nuevas áreas, actualmente abarca más de 50 categorías. Incluyendo hogar, construcción, sectores comerciales e industriales. El programa impulsa el diseño eficiente y el manejo de opción para el bajo consumo de energía cuando el equipo no ha sido usado por un periodo de tiempo. Energy Star es reconocido con un estándar internacional por la Unión Europea, Canadá, Australia, Japón y Taiwán (Energy Star, 2009).

Cada fabricante de dispositivos electrónicos debe de cumplir con las especificaciones que establece Energy Star, los fabricantes que buscan la certificación incluyen en el empacado del producto información acerca de la administración de energía del dispositivo mismo y la motivación al usuario a usarla como un ahorro de energía, así como de una explicación del impacto que este ahorro se traduce en un beneficio ambiental. Algunos de las características, de una computadora personal que certifica Energy Star son: las fuentes de poder, los modos de administración de energía de las computadoras, monitores, adaptadores de poder externos e impresoras.

En julio de 2009 la nueva versión 5.0 sobre especificaciones de Energy Star salió para su cumplimiento. Estas especificaciones cada vez más estrictas para los fabricantes deben ser completadas para tener una certificación por parte de Energy Star. Las nuevas especificaciones además de aplicar para computadoras de escritorio, laptops y pequeña escala de servidores, una nueva categoría incluye a los “thin clients” (Energy Star, 2009).

2.2.1.2 80PLUS

El programa 80Plus motiva a los manufactureros de fuentes de poder que sean al menos 80% energéticamente eficiente. Este programa fue fundado por las compañías eléctricas interesadas en el uso óptimo de la energía eléctrica. Cuando Energy Star lanzo su versión 4.0 en Julio del 2007, incluyó un requerimiento donde las fuentes de poder fueran al menos 80% eficientes en todas las computadoras certificadas (80Plus, 2010).

Los requerimientos de este programa exigen que las fuentes de poder, de servidores o computadoras, con certificación 80Plus sean 80% eficientes en su carga de trabajo al 20%, 50% y 100% con un factor optimo de 0.9. Existen tres tipos de estándares de certificaciones de eficiencia, *Bronze*, *Silver* y *Gold*. La tabla 1 muestra los niveles de certificación con sus respectivos porcentajes de eficiencia en base a diferentes cargas de trabajo.

Tabla 2.1 –Certificación del estándar 80Plus.

Carga de Trabajo	20%	50%	100%
80 PLUS	80%	80%	80%
80 PLUS Bronze	82%	85%	82%
80 PLUS Silver	85%	88%	85%
80 PLUS Gold	87%	90%	87%

2.2.1.3 EPEAT

Electronic Product Environmental Assessment Tool (EPEAT, por sus siglas en inglés), fue creada por la alianza Zero Waste a través del financiamiento de la EPA y es actualmente administrada por el Green Electronics Council. EPEAT fue desarrollado en base a la demanda de compradores de organizaciones para tener una herramienta que les facilite la fácil evaluación y comparación de los diferentes productos electrónicos basados en el desempeño ambiental (EPEAT, 2010).

EPEAT evalúa los productos en base a 51 criterios de desempeño ambientales, de los cuales son necesarios alcanzar al menos 23 criterios para que sean registrados por la EPEAT dentro de su programa. Tiene también un estándar de clasificación de los productos en base a 28 criterios opcionales para alcanzar la clasificación de tipo Bronze, Silver o Gold (EPEAT, 2010).

2.2.1.4 THE GREEN GRID

“The Green Grid es una organización sin fines de lucro formada por profesionales del campo de las TI que abordan temas acerca de la alimentación de energía eléctrica y enfriamiento de los centros de datos. Esta organización busca definir mejores prácticas y optimizar la eficiencia energética en el consumo por parte del equipo de TI y el edificio del centro de datos” (The Green Grid, 2007).

Esta organización trabaja en conjuntamente con los usuarios finales, proveedores de tecnología e instituciones gubernamentales en todo el mundo, para crear estándares óptimos para el uso eficiente de la energía en los centros de datos. Analiza datos obtenidos para desarrollar mejores prácticas en la operación de los centros y crea métricas para medir la eficacia de los centros de datos. Promueve la adopción de estándares de eficiencia energética, métodos de medición y tecnologías. Ofrece un foro de diálogo donde ejecutivos y administradores de las TI en conjunto con

instituciones gubernamentales discutan diferentes opciones para la mejora en la optimización de sus centros y procedimientos a seguir (The Green Grid, 2010).

2.2.2 CENTRO DE DATOS

Por años, el uso de la energía eléctrica no era considerado con un punto clave para el diseño del centro de datos, tampoco era considerado como un gasto el consumo energético de esté; de hecho algunos administradores desconocen el consumo del mismo. Algunas de las razones por la cuales no se ha puesto el interés en considerar la eficiencia y ahorro de energía es porque el departamento de TI no tiene dentro de su presupuesto la responsabilidad por el pago del costo de la energía consumida de su centro de datos o se tiene la separación del consumo eléctrico con el resto de la organización, todo está incluido en la misma facturación; desconocen las herramientas o tienen muy poca información acerca de la forma de medir el consumo de energía que tendrá su centro, al momento del diseño o construcción o simplemente ven la facturación de energía como un evento inevitable en el cual no pueden hacer nada al respecto (The Green Grid, 2007).

En el departamento de las TI los centros tienen un consumo considerable de energía. En estos se encuentran los servidores que contienen todos los sistemas que dan soporte a las actividades de las organizaciones, dependiendo de la necesidad de la organización es la cantidad de servidores con la que se cuenta, como pueden ser servidores de la página web, de correo electrónico, para administrar arreglo de discos duros, para el almacenamiento de la información, firewalls, de respaldo, etc. Además de los servidores está el equipo de telecomunicaciones, ruteadores, switchs, conmutadores de telefonía, sistemas de soporte de energía, humificadores, etc. Todos estos dispositivos trabajan las 24 horas los 365 días del año para satisfacer las demandas de las organizaciones que dependen de ellos para continuar con sus operaciones.

Los servidores son los mayores consumidores de energía de todo el equipamiento de cómputo en los centros de datos, por lo tanto son el primer lugar para empezar a ahorrar energía (Velte, Velte & Elsenpeter, 2008). Los servidores que actualmente se encuentran en los centros de datos activos están de alguna manera justificados, ya que soportan y dan servicio a uno o varios sistemas necesarios para los que fueron instalados y, con el poder de procesamiento suficiente para asegurar el continuo servicio; por lo tanto es un algo difícil implementar estrategias para consolidar, eliminar o reducir su potencia. Como lo comenta Webber & Wallace (2009), al final hay muchas deficiencias en los servidores, consumiendo energía innecesaria y generando mucho calor que terminara reflejado en la facturación de electricidad. En la mayoría de los centros de datos casi el 10% de los servidores no está activo y no son necesarios por lo cual pueden apagarse.

La habilitación de administración para el ahorro de energía puede ayudar a reducir el consumo de la misma en los servidores. Esta característica no tiene mucha fuerza de impacto o motivación por parte de los administradores de los centros de datos, debido a que los servidores están con el propósito de estar disponible todo el tiempo, y no dar el margen de permanecer en estado de hibernación o con una respuesta lenta o de falta de servicio al momento de solicitarla (Wallace & Webber, 2009). Sin embargo es un buen elemento a considerar y a evaluar si puede ser aplicado en los servidores; algunos de los elementos a tener en cuenta son los siguientes:

- Desarrollar un ambiente de pruebas para evaluar cómo se comporta la configuración de administración de energía en los servidores; y ver algunos problemas que se podrían presentar.
- Revisar con el fabricante sobre el soporte de dormir o hibernar en los equipos servidores, ya que no podría funcionar al igual que lo hacen en las computadoras de escritorio.
- Apagar los servidores mediante scripts puede ser fácil, pero volverlos a activar para su operación normal puede ser difícil y posiblemente no se reactivaran

algunos servicios, por lo tanto es necesario revisar algunas alternativas con el fabricante del equipo.

La configuración de administración de energía en los servidores puede ser complicada de implementar, sin embargo Lamb (2009) propone otras maneras y consideraciones a tomar en cuenta para ahorrar energía en el centro de datos:

- Consideración de “Blade Servers”: Estos pueden reemplazar a los gabinetes con servidores convencionales ya que los blade servers comparten recursos como fuente de poder, ventiladores, conexión de redes y almacenamientos. Ellos requieren entre 10% y 25% menos energía y enfriamiento por la misma capacidad de procesamiento que los servidores normales.
- Usar fuentes de energía eficientes: Utilizar fuentes de alimentación con 80% de eficiencia. Esto puede reducir hasta el 15% el consumo de la energía y enfriamiento en el centro de datos.
- Utilización de UPS de alta eficiencia: Utilizar UPS con una eficiencia en el rango de 80% a 95%. En un centro de datos la perdida de energía debido a los UPS representa entre el 5% a 12% del total consumida.
- Adopción de distribución de poder a 220 V: la utilización de un voltaje de 220 V al tradicional 120 V puede incrementar el porcentaje de eficiencia de un servidor de 82% a 85%.

Entre más servidores y equipo de telecomunicación tengamos en el centro de datos, y menos eficiente sean, es mayor la cantidad de calor generado por estos y a su vez la mayor necesidad de eliminar ese calor enfriando el centro de datos, traduciéndose en la duplicación de consumo eléctrico con el que se alimenta a los servidores (Velte, Velte & Elsenpeter, 2008). “Por cada watt de energía usado para alimentar al servidor genera un watt de calor, con lo cual requiere un watt para enfriarlo” (Webber & Wallace, 2009), sumando un factor más en el consumo de energía en los centros de datos.

El calor que se genera en centro de datos puede hacer que los equipos no funcionen correctamente, produciendo que los equipos se apaguen como medio de protección ante el calor que invade el centro, por lo tanto, es necesario equipo de enfriamiento que se encargue de eliminar todo el calor producido por los equipos, manteniéndolos refrigerados para tener un óptimo funcionamiento. El centro de datos debe de mantenerse siempre a una temperatura estable, y fría, para evitar posibles interrupciones en el sistema provocando pérdidas para las organizaciones.

2.2.2.1 VIRTUALIZACIÓN

Uno de los puntos importantes de consideración en los centros de datos, además de lo ya comentado en cuanto consumo energético, es el espacio existente en él, es decir que en las organizaciones crece la necesidad de aumentar los servidores o equipos de telecomunicaciones para satisfacer sus necesidades, con ellos físicamente se van quedando sin espacio para dar cabida a mas equipo en los centros de datos.

Muchas veces las organizaciones necesitan brindar soluciones informáticas ya sea para ofrecer mejores servicios al cliente, satisfacer sus necesidades con equipamiento de software de trabajo, comercializar sus productos o servicios, etc., es necesario la introducción de nuevos sistemas informáticos en sus centros de datos que los ayuden a soportar dichas necesidades. En la mayoría de los casos, cada vez que se quiere implementar un sistema en la organización, se le es asignada una configuración de hardware, servidor, específico para el propósito de soportar la aplicación únicamente. Rara vez las aplicaciones que corren en un servidor logran utilizar al máximo las capacidades de procesamiento que este le puede ofrecer, “desperdiendo” potencia de servicio y a la vez traduciéndose en mayor consumo de energía eléctrica, mas generación de calor y la ocupación de espacio físico en el centro. Es por esto que la consolidación y la virtualización de servidores es la práctica más eficiente para reducir esta problemática, y por ende, ayuda a ser verde a los centros de datos (Webber & Wallace, 2009). La eliminación de servidores físicos y el ahorro de energía son las

características principales de la consolidación y la virtualización pero ambos se basan en diferentes métodos.

La consolidación de servidores, se basa en el hecho de integrar aplicaciones que se encuentran distribuidas y contenidas en diferentes servidores, en uno único donde residan todas las aplicaciones. Las aplicaciones que corren en un servidor pueden tener un porcentaje de utilización bajo y, la idea es consolidar todas estas aplicaciones y trasladarlas a un solo servidor que, dejando libres los servidores donde corrían estas aplicaciones, pueda soportar todas ellas juntas sacando mayor provecho de su utilización. La eliminación de equipo trae consigo un ahorro de energía, además que se puede obtener un mayor provecho al poder de procesamiento del propio servidor donde fueron consolidadas las aplicaciones, con esto utilizando la energía de una manera más eficiente (Lamb, 2009).

La virtualización es un software diseñado para compartir recursos de un solo servidor, permitiendo este a su vez tener la habilidad de tener en funcionamiento varios servidores virtuales en uno solo físico. El software de virtualización permite compartir los recursos como memoria, procesador, espacio en disco duro, tarjeta de red, etc., como si fuera propia del servidor virtual e independiente del sistema operativo en el que reside. Con la virtualización es posible correr diferentes sistemas operativos, permitiendo esto una mayor flexibilidad para poder realizar la consolidación; así pues, se puede tener corriendo varios servidores virtuales con diferentes sistemas operativos soportando diferentes aplicaciones en un solo físico (Lamb, 2009). Al igual que con la consolidación, con este método se pueden eliminar estos dispositivos de forma física y se puede ser más eficiente con el uso de la energía, ya que existe una mayor utilización de sus recursos de hardware.

Según la Ley de Moore, la cual dice que el número de transistores en un chip se duplica cada 24 meses y con ello la capacidad de procesamiento. Las organizaciones adquieren cada vez equipamiento de IT con mayor capacidad de procesamiento, por lo tanto, si los servidores obtienen más poder de procesamiento que las propias

aplicaciones necesitan para operar, no se está utilizando el 100% de capacidad del servidor. La mayoría de las aplicaciones utiliza entre el 10% y 15% del poder total del servidor, lo cual tiene sentido correr múltiples servidores en una sola máquina. (Webber & Wallace, 2009). Según Drakos & Paquey (2009), un servidor típico x86 desperdicia su capacidad de procesamiento en un 65%.

La consolidación y virtualización de servidores proporciona ventajas significativas y provechosas en los centros de datos, los resultados obtenidos son la reducción de servidores físicos siendo con esto posible la reducción en el consumo de energía eléctrica por cada servidor eliminado físicamente, ya que como Drakos & Paquey (2009) comentan, “A los precios actuales el costo de operación (energía) para apoyar un servidor x86 superará el costo de ese servidor dentro de tres años de uso”. Los ahorros y la ayuda que esto ocasiona es considerable para el medio ambiente en la reducción de emisión de CO₂ y para la empresa que reduce costos de compra de equipo así como de un menor consumo de energía que será descontada en sus recibos de electricidad.

2.2.2.2 MÉTRICAS

El objetivo de las métricas es la de medir para mejorar. Una vez que el problema haya sido planteado, para poder darle una solución apropiada es necesario usar las métricas correctas de medición, para analizar las formas más efectivas de controlar un problema dado. En las tecnologías verdes donde se tiene un mayor enfoque al consumo eléctrico, es de gran importancia, saber con mayor precisión, el consumo eléctrico de los equipos para implementación de técnicas efectivas y, después medir la eficiencia que ellas produjeron.

La medición de la eficiencia del centro de datos es importante, porque da un punto de referencia para saber por dónde empezar y como haciendo pequeños cambios puede tener grandes impactos. También el conocer y hacer mediciones al inicio de algún

cambio muestra el progreso que estamos obteniendo en nuestros esfuerzos por la eficiencia.

The Green Grid en su esfuerzo de optimizar el uso de la energía y de promover el ahorro de la energía, ha desarrollado unas métricas para medir la eficiencia de los equipos de cómputo y del centro de datos. Ellos creen que estas métricas pueden ayudar a los departamentos de TI a entender y mejorar la eficiencia de energía en sus centros al igual que tomar decisiones inteligentes en la aplicación en nuevos centros de datos (Belady et al., 2008).

Las dos métricas que actualmente se utilizan son la PUE y DCiE, en la figura 2 se muestra de manera resumida el cálculo de cada una de ellas. A continuación se describe el procedimiento para calcular el PUE y DCiE:

Power Usage Effectiveness (PUE, por sus siglas en inglés) se usa para medir la eficiencia de la energía que se consume en el centro de datos; se calcula tomando la alimentación de energía total del sitio y se divide por la cantidad necesaria para energizar el equipo de TI en el centro de datos. El PUE tiene un rango de 1.0 hasta infinito, idealmente este valor debe tender hacia 1.0, con esto indicando un 100% de eficiencia de energía.

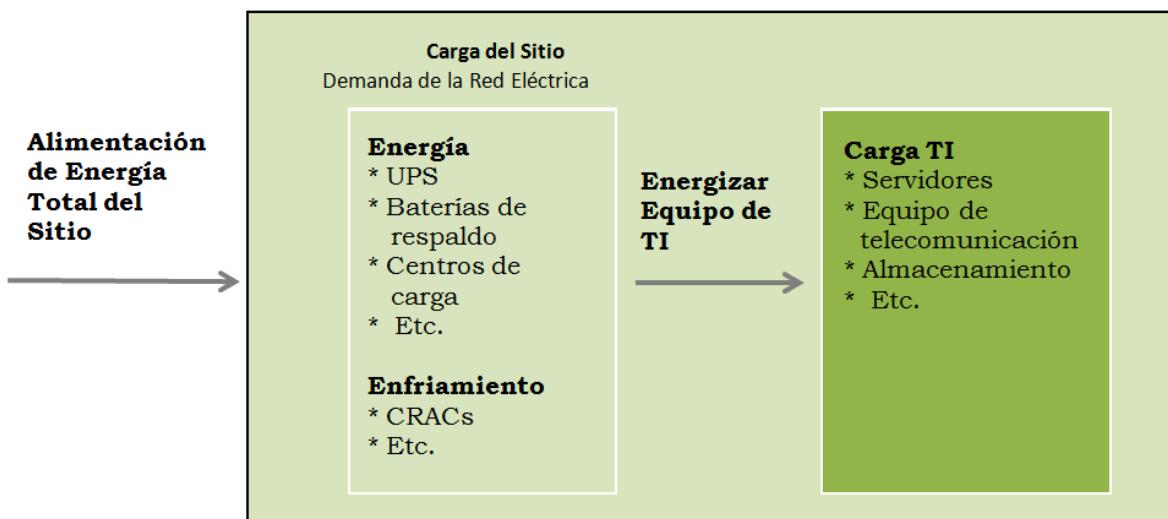
- PUE = alimentación de energía total del sitio / energizar equipo de TI

Data Center Infrastructure Efficiency (DCiE, por sus siglas en inglés), esta métrica es reciproca de PUE, se calcula de la siguiente manera:

- DCiE = energizar equipo de TI / alimentación de energía total del sitio = 1/PUE

DCiE se expresa en porcentaje, indicando el porcentaje de poder que se está consumiendo.

PUE: Efectividad en el uso de la energía
DCiE: Eficiencia de la infraestructura del Centro de Datos



PUE = alimentación de energía total del sitio / energizar equipo de TI

DCiE = 1/PUE = energizar equipo de TI / alimentación de energía total del sitio
(Multiplicar ambos términos por 100%)

Fuente: The Green Grid, 2008

Figura 2.1 – PUE y DCiE.

2.2.3 CONSUMO DE ENERGÍA FUERA DEL CENTRO DE DATOS

No todo el consumo de energía se produce en los centros de datos, también se debe de considerar el equipo de cómputo e impresoras que son utilizadas en los centros de trabajo. La operación de estos equipos es en gran medida un factor importante en el consumo de energía, es decir, dejar la computadora encendida después de horas laborales o durante largos períodos sin uso produce un desperdicio de energía considerable, que es necesario reducir. De igual manera la impresora permanece encendida todo el tiempo y pocas veces se percata de ella, debido a que solamente la recuerdan al momento de imprimir documentos.

A pesar de la cantidad de servidores en operación en los centros de datos y del crecimiento que estos tienen, existe la creencia de que son los mayores consumidores

de energía, esto es un error, según Mingay (2007) el 39% del consumo de energía del total de la industria de las TI es producida por PC's y monitores, y el 23% se atribuye a los servidores y su enfriamiento. La figura 2.2 muestra la participación del equipamiento de las TI en el consumo de energía.

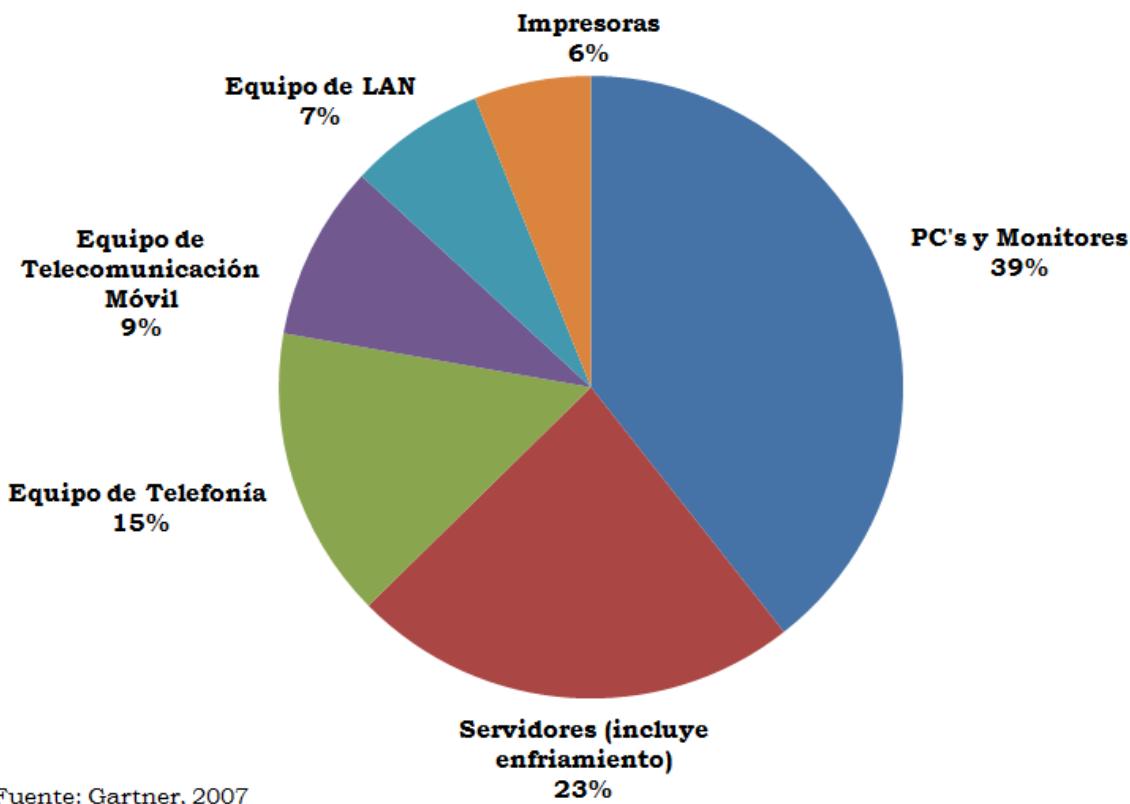


Figura 2.2 – Consumo de energía en el área de TI.

El consumo de electricidad por parte de las PC o impresoras por si solas, no representa tener mayor relevancia o no es significativo el consumo que tienen o el costo que estas puedan aportar al recibo de electricidad; pero en una organización que tiene cientos de ellas, como en este caso los equipos de cómputo de la Dirección General de Cecyte, se multiplica el factor de beneficio reflejado en el costo final de consumo, también no hay que olvidar que todas las computadoras encendidas producen calor que es necesario eliminar incrementando el costo. En este caso para optimizar el consumo energético existen algunas medidas que hay que tomar en cuenta para continuar con el beneficio al medio ambiente.

En la creencia que el protector de pantalla (screensaver, en inglés) es parte del programa para la reducción de energía cuando el equipo está inactivo, esto es un error, la pantalla sigue consumiendo la misma cantidad de energía. Un protector de pantalla fijo sin movimiento usa menos energía, que uno que utiliza efectos visuales ya que utiliza continuamente al procesador, pero aun así la reducción de energía es mínima (Murugesan, 2008).

Otro mal entendido o una mala concepción que se tiene, es que la vida útil de las computadoras se acorta por el continuo encendido y apagado de estas. Es por esto creencia que son dejadas las computadoras y/o periféricos encendidos en lugar de apagarlos a pesar del poco tiempo que sean usados. Los equipos de cómputo están diseñados para proteger los componentes internos contra un daño causado en el encendido y apagado de estos. Por lo tanto se pueden apagar y encender computadoras y periféricos sin ninguna preocupación de daño a los equipos.

2.2.3.1 ADMINISTRACIÓN DE ENERGÍA EN EQUIPO DE CÓMPUTO

Las personas prefieren mantener el equipo encendido la mayoría de tiempo, desperdiando energía para evitar el inconveniente de esperar unos pocos minutos a que este lista la máquina para poder utilizarla. “La clave para la implementación de la administración de energía en las PC es la de demostrar que el tiempo de espera puede ser reducido al mínimo y que el ahorro de energía para la organización puede ser significante” (Webber & Wallace, 2009).

Habilitar la administración de energía en las PC ha sido la misión que promueve Energy Star para así tener un equipo energéticamente eficiente. Activando esta característica, la computadora después de un periodo de inactividad puede pasar a uno de los 5 estados de ACPI de ahorro de energía, dentro de los cuales el estado de suspensión es el más común. Para dar una idea aproximada que este ahorro puede tener, la EPA estima que habilitando el modo de dormir en las PC, de todo los Estados Unidos, se reduce su consumo de energía en un 60% a 70%; representando un ahorro anual en el

costo de energía de \$2 mil millones de dólares y reduciendo las emisiones de dióxido de carbono en un equivalente de cinco millones autos (Lamb, 2009). El 60% PC son dejadas encendidas después de las horas de trabajo en un oficina. (Mingay, 2007).

Es por esto que contar con un buen programa de administración de energía para el equipo de cómputo puede ser ambientalmente beneficioso y, con ahorros significativos en la facturación del consumo eléctrico para las organizaciones; el 13% de las organizaciones tiene implementada un programa extensivo de administración de ahorro de energía y solo el 18% lo han implementado parcialmente en sus equipos. Varios estudios realizados por la EPA y organizaciones privadas indican que implementando un programa de administración puede significar un ahorro de hasta \$70 dólares por computadora anualmente (Bradford et al., 2009).

La configuración de administración de energía en los equipos de cómputo trae importantes ahorros de energía y de costos, pero sin embargo, aunque las herramientas para esta configuración se encuentran disponibles en los sistemas operativos, los administradores de las TI no las utilizan, la mayoría organizaciones no utilizan esta característica de manera apropiada y muchas de las computadoras no tienen una administración de energía correctamente configurada (Mitchell, 2009).

Cuando los equipos no se encuentren en funcionamiento, es recomendable apagarlos ya que no presentan un beneficio para nadie y solo se está consumiendo energía innecesaria. Lamb (2009) presenta las estrategias más básicas en la conservación de la energía que se pueden usar, estas son:

- Apagar computadoras y periféricos que no estén en uso.
- No encender computadoras a menos que sean necesarias.
- Apagar siempre las computadoras en las noches, después de las horas laborales, y en fines de semana.
- Buscar manera de reducir la cantidad de tiempo que la computadora permanezca encendida, esto sin afectar la productividad.

2.2.3.2 CONFIGURACIÓN AVANZADA E INTERFACE DE PODER

Advance Configuration and Power Interface (ACPI, por sus siglas en inglés), es una estándar que establece una interface habilitando directamente la configuración en el sistema operativo para la administración, ahorro de energía, administración termal de dispositivos móviles, computadoras de escritorio y servidores. Este fue desarrollado en conjunto con Hewlett-Packard, Intel, Microsoft, Phoenix y Toshiba (Rubens et al., 2009).

Cuando se encuentra activado la administración de energía en los equipos de cómputo, y después de un periodo de inactividad determinado; la computadora pasa a un estado de ahorro de energía o donde el equipo completo se va a dormir o a hibernación, y notifica a todos los dispositivos de hardware que cambien a un estado de bajo consumo. Una vez que el equipo no es utilizado por un largo periodo de inactividad puede entrar en cualquiera de los estados siguiente:

- S0: operación normal del sistema.
- S1 (Sleep): es el nivel más bajo de sleep y el sistema está corriendo con bajo poder. El CPU es parado y el retorno a operación completa es rápido.
- S2 (Sleep): incluye S1 además que CPU no tiene energía.
- S3 (Sleep): remueve el servicio eléctrico de todos los componentes de la computadora excepto a la RAM la cual es refrescada. La fuente de poder pasa a un estado de reducción de energía.
- S4 (Sleep): apaga todo, incluyendo la memoria RAM. La información que contiene los dispositivos es salvada en el disco.
- S5 (Soft OFF): usa muy poca energía pero puede volver a una operación normal por el teclado o cualquier otro dispositivo de entrada de datos. La computadora debe ser reiniciada. La información no fue salvada.

En el estado S3, la información del sistema completo se mantiene en la memoria RAM, y solo utiliza algunos watts de energía, así que todo el sistema puede volver a su

funcionamiento rápidamente. En hibernación, la información que contienen los dispositivos se resguarda en un archivo en el disco duro, volver a una actividad normal de operación desde este estado es tardado, ya que todo debe de ser leído desde el archivo contenido en el disco duro; que además ocupa espacio en el disco, lo que puede representar un problema si se cuenta con poco espacio o el espacio es limitado.

2.2.3.3 MEDICIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA

Es necesario conocer cuánto es el consumo de energía de los equipos. Para poder medir esto de una forma manual se podría dar uso a un medidor de la energía consumida expresándolas en watts, el cual es conectado directamente a la toma de la corriente y conectar directamente el equipo de cómputo, monitor y CPU. Webber & Wallace (2009) recomiendan hacer pruebas para conocer el consumo eléctrico, por ejemplo; cuando la computadora está encendida sin ningún tipo de configuración de administración de energía y esta sin uso; cuando la computadora está corriendo varias aplicaciones, típicamente las normales a las que está destinada el equipo; e Hibernando o en modo de suspensión: cuando está habilitado el administrador de energía en su modo más bajo de alimentación de energía.

Después de obtener los resultados, es necesario hacer unas estimaciones del consumo de energía del equipo en base al tiempo y al periodo de actividad que tienen los equipos. En cuestión del tiempo, calcular cuánto tiempo pasa el equipo en los estados de activa o suspensión. La estimación del tiempo del equipo en cada estado, se debe a que no siempre la computadora esta en un estado específico y el tiempo varia. Con una estimación del consumo del equipo promedio en términos de watts, y como la compañía eléctrica calcula el consumo eléctrico en base a kilowatts-hora, este consumo se debe multiplicar por el costo de venta de electricidad, y así obtener una aproximación en costos del consumo eléctrico de los equipos de cómputo.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta la descripción de la metodología a utilizar para la aplicación de las tecnologías verdes en la Dirección General de Cecyte, con el propósito de reducir y ser más eficiente en el consumo eléctrico. La reducción se basó en la implementación de técnicas o configuraciones a los equipos de cómputo y en el centro de datos. La muestra de elementos de estudio tiene como característica de haber sido exploratoria, transversal y no probabilística, en donde se obtuvo información sobre la configuración y consumo de energía de los equipos, y se realizó una comparativa sobre el antes y después de la aplicación de técnicas y/o estrategias antes mencionadas.

3.1. SUJETO

El presente proyecto fue aplicado en la Dirección General de Cecyte, así como en los laboratorios de cómputo de un plantel escolar con el propósito de aplicar las tecnologías verdes en sus equipos de cómputo y centro de datos.

El plantel Xochimilco Cecyte fue seleccionado como objeto de análisis, este cuenta con dos laboratorios y 71 computadoras en total, interconectadas en red bajo un grupo de trabajo de Windows, donde todas se comunican entre sí. Estas estaban ubicadas físicamente en dos distintos laboratorios, cada laboratorio cuenta con su propia red local independiente, por lo tanto las computadoras del laboratorio A no están intercomunicadas con el laboratorio B; y estas a su vez no tienen comunicación con la red del área administrativa; cada red de cada laboratorio trabaja de forma independiente.

En la Dirección General de Cecyte fueron objeto de análisis de 99 computadoras y seis impresoras repartidas en sus instalaciones para el uso del personal administrativo. En su centro de datos cuentan con ocho servidores que dan soporte a varias aplicaciones necesarias para la operación de la organización. Estas computadoras están

interconectadas y operando bajo un grupo de trabajo de Windows donde todas pueden comunicarse entre sí.

Debido a la similitud del proceso de aplicación de las tecnologías verdes en los equipos de cómputo tanto en Dirección General de Cecyte y en el plantel Xochimilco, se supondrán el mismo procedimiento de inventario, medición y análisis durante todo el proceso de aplicación y desarrollo de este capítulo.

3.2. MATERIAL

Para el desarrollo de esta investigación fue necesaria la utilización de herramientas de software para el monitoreo de la actividad de computadoras y servidores, así como de hardware para tomar lecturas de consumo energético de los equipos, también se creó una base de datos para el registro de la información recabada; esta información ayudó a obtener el status actual en el que se encuentra la organización en el consumo de energía, en sus equipos de cómputo en general.

Para medir el consumo real de los equipos de cómputo se hizo uso de un medidor de energía eléctrica, el equipo utilizado fue el Kill-a-Watt modelo 4460 que proporciona lecturas en tiempo real relacionadas al consumo de un dispositivo eléctrico conectado a él. Los valores obtenidos fueron el tiempo de medición y kilowatt-hora (KWH) de consumo eléctrico, que permitió determinar el consumo del equipo durante una operación normal de trabajo por parte de los usuarios.

Además, se realizó la instalación de un programa de monitoreo para conocer el estado de encendido o apagado de los equipos, durante todo el periodo de tiempo de la investigación. Con este software se monitoreó los tiempos activos de las PC, permitió establecer el tiempo en el cual el equipo de cómputo permaneció encendido o apagado, esto ayudó a estimar el consumo en KWH que tienen las computadoras debido a su configuración actual de administración de energía. Este software fue instalado en un servidor del centro de datos de la Dirección General de Cecyte, fue seleccionado uno que tuviera una carga de trabajo baja para no interrumpir o ver afectada de alguna manera la actividad de la red y de los sistemas que son utilizados por la institución.

El software utilizado para esta tarea, correspondió al PRTG Network Monitor v7.3.5 de PAESSLER, encargado de monitorear el estatus en un momento determinado en el que se encontraban los equipos de cómputo. A pesar de los reportes que ofrece el programa sobre la actividad de los equipos y los tiempos, este no ofrecía una flexibilidad en el reportador para analizar la información del modo requerida, por lo que fue necesario exportarla de su propia base de datos propietaria hacia una creada en SQL Server 2008, para poder generar reportes y obtener información más específica que se requería para nuestra conveniencia.

Este mismo software permitió analizar la actividad de los servidores en el centro de datos. A diferencia del monitoreo de los equipos de cómputo, se monitoreó la actividad del procesador, memoria RAM, disco duro y tarjeta de red de los servidores para conocer el promedio de carga de trabajo, el tiempo de monitoreo fue de 30 días.

Al existir varios modelos, en el caso de los equipos de cómputo, se tomaron lecturas propias de cada modelo sobre su consumo real en KWH; esta información fue almacenada en la base de datos, junto con la información del software de monitoreo. Esta base de datos también sirvió para el almacenamiento de información sobre el inventario de equipo de cómputo y servidores.

3.3. PROCEDIMIENTO

Para la aplicación de las tecnologías verdes se requirió dividir este proyecto en tres etapas principales, en cada etapa se describe el procedimiento que permitió obtener información sobre los equipos de cómputo y el centro de datos.

En la primera etapa, se realizó una investigación acerca de la infraestructura de TI de la organización, así como las mediciones del consumo eléctrico y monitoreo de los equipos de cómputo y servidores de la organización. En la segunda etapa, con base a la información obtenida en la etapa anterior, previo análisis e interpretación, se seleccionaron las técnicas, configuraciones y uso de herramientas para su respectiva implementación en el centro de datos, así como en el equipo de cómputo. Para la

tercera y última etapa, se volvió a realizar el monitoreo de los equipos de cómputo, una vez implementadas las técnicas o software seleccionados en la etapa anterior.

3.3.1. Primera etapa

Investigar sobre la infraestructura de TI de la organización, permitió desarrollar una estrategia para la instalación del software de monitoreo, así como la selección de los servidores en el cual se dio de alta este sistema, además ayudo a configurar el software en base a las características propias de la red y de cómo se interconectaban sus equipos de cómputo. En base al conocimiento físicos de los equipos y de la infraestructura de TI, también permitió crear un plan para realizar un inventario de las computadoras instaladas en las oficinas de DG Cecyte y en los laboratorios del plantel Xochimilco, con el objeto de identificar los modelos de computadoras existentes, así como de especificar la lectura del consumo eléctrico por cada uno de ellos.

En la configuración del programa de monitoreo se dieron de alta a cada computadora e impresora conectada a la red de la Dirección General de Cecyte, activando el sensor de “PING” el cual fue el encargado de verificar el estatus de las computadoras e impresoras y que se fue registrando en la propia base de datos de la aplicación. El programa fue configurado para enviar un ping cada cinco minutos a cada equipo de cómputo dado de alta; si el dispositivo responde o no al “llamado” el programa registra la información en su propia base de datos. Para efectos del análisis sobre la actividad del equipo, se tomo la siguiente consideración: al haber una respuesta positiva (se obtuvo respuesta) se considero que el dispositivo estaba encendido y al haber una negativa (no se obtuvo respuesta) se considero que estaba apagado. Al extraer un reporte de actividad de un sensor o equipo, en un tiempo determinado, el reporte muestra la información sobre las respuestas obtenidas así como el tiempo en que permaneció el equipo encendido o apagado.

En esta etapa se consideró un periodo de monitoreo de los equipos de cómputo de 30 días, para los equipos de DG Cecyte fue del 1 al 30 de septiembre y en los laboratorios del plantel del 10 de septiembre al 10 de octubre, esto para conocer su comportamiento durante un mes de actividad típica por la organización.

Las mediciones de consumo de energía de los equipos se realizaron conectando el CPU y el monitor al medidor Kill-a-Watt, para obtener una lectura completa sobre su consumo energético. La lectura se hizo con el equipo en operación normal para determinar el consumo del equipo en un hora completa de trabajo típica, registrando la lectura en unidades de KWH. Se tomaron lecturas durante una semana completa a diferentes horas para determinar el promedio usado, la figura 3.1, muestra un ejemplo de los horarios en la toma de la lectura. Esta información fue de referencia en el cálculo del consumo de energía por parte del equipo durante sus horas que permaneció encendido, con la configuración actual de administración de energía o costumbres de uso del propio usuario. Esta actividad se realizó por cada modelo de PC diferente, que fue monitoreado por el software en las oficinas de DG Cecyte o laboratorios de cómputo. Como equipo de cómputo, se consideró solo a un equipo de escritorio que incluye al CPU y monitor.

En el caso del consumo de energía por parte de las impresoras se tomó la lectura en un estado de espera para impresión y fuera del ahorro de energía, ya que no fue posible determinar cuándo se encontraba en estado de impresión y cuando no.

Tabla 3.1 –Plan de horario para toma de lectura, KWH.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 - 10:00					
10:00 - 11:00					
12:00 - 1:00					
1:00 - 2:00					
2:00 - 3:00					
3:00 - 4:00					
4:00 - 5:00					

El tiempo en el cual el equipo permaneció encendido o apagado, fue determinado y capturado por el software de monitoreo en su base de datos durante todo el periodo, con esta información fue posible obtener el tiempo total en el cual el equipo estuvo encendido. Junto con la información del consumo de energía en KWH realizada a cada equipo, fue posible realizar un cálculo en cuanto el consumo individual de los equipos

monitoreados, por lo tanto en base a la siguiente fórmula se obtuvo el consumo total de energía del equipo durante el monitoreo:

$$\text{Consumo de energía total} = (\text{KWH}) * (\text{Horas de actividad})$$

En el centro de datos de DG Cecyte, se investigó las características de los diferentes modelos de servidores instalados. La información que se recabó fueron las características de hardware (tipo de procesador, almacenamiento, memoria) y su software (tipo de aplicaciones instaladas, que tipo de servicios opera, cual es el uso de las aplicaciones) de los servidores; el monitoreo de carga de trabajo típica de cada servidor; y la cantidad de energía eléctrica consumida de cada uno de ellos.

Al igual que con los equipos de cómputo, la información recabada, fue capturada en la base de datos que fue creada y que contiene la información del monitoreo. También se utilizó el software PRTG Network Monitor para monitorear a los servidores, pero en este caso se utilizó para obtener datos sobre el porcentaje de ocupación del procesador, el consumo de memoria RAM promedio, ocupación del disco duro y actividad de la tarjeta de red durante un periodo de 30 días, del 1 al 30 de septiembre, de actividad continuas bajo condiciones normales de trabajo típicas de DG Cecyte. Para el caso de los servidores no se utilizó el sensor PING para conocer su status ya que estos permanecen encendidos las 24 hrs del día durante todo el año.

Se continuó con la medición del consumo de energía eléctrica de cada servidor, para esta información se utilizó el Kill-a-Watt el cual permaneció instalado de manera continua, durante un periodo de 3 semanas. Se tomaron lecturas periódicas, que al final permitieron conocer el consumo promedio de KWH que se tuvo durante este periodo de tiempo. Este monitoreo se realizó en cada uno de ellos, sin importar que sean el mismo tipo de modelo, como en el caso de la medición de los equipos de cómputo, esto debido a que cada servidor prosee diferentes tipos de aplicaciones y frecuencias de usos por parte de los usuarios y/o programas a los que sirve.

3.3.2. Segunda etapa

En esta etapa se interpretó la información obtenida en la etapa anterior para definir la mejor configuración o aplicación de técnicas en cada uno de los casos.

Se definió un esquema de configuración en la administración de energía para los equipos de cómputo la cual fue aplicada a todos los equipos por igual. El perfil de administración de energía mas óptimo o recomendable por la EPA (2007), es de mantener una configuración de 30 a 60 min para poner a dormir o hibernar a una PC y de cinco a 20 min para poner en modo de dormir a un monitor, sin embargo entre más baja la configuración más es el ahorro de energía obtenida. Otros autores, como Lamb (2009) y Webber & Wallace (2009), recomiendan una configuración de 15 a 30 min de inactividad para el CPU y 5 a 10 min de inactividad para el monitor.

Para el caso de Dirección General Cecyte se optó por la asignación de tiempos de 15 min para el monitor, 30 min para la suspensión, 2 horas para hibernación y en el caso de las impresoras a 15 min; y para los laboratorios del plantel se selecciono una configuración más agresiva, ya que los equipos son utilizados sin tiempos específicos y mas esporádicamente, asignado 5 min para el monitor, 15 min de suspensión y 60 min de hibernación.

Debido a que los equipos de cómputo de la organización se encuentran trabajando en red bajo un grupo de trabajo de Windows, la implementación en la configuración de los equipos no se pudo hacer de una manera centralizada, por lo tanto se realizó de forma manual desde cada computadora analizada en la investigación. El sistema operativo instalado en cada PC determino el método a utilizar para la configuración de administración de energía.

En los equipos con sistema operativo Windows XP y Windows 7, se desarrollo un script para cada sistema operativo (ver anexo 1 y 2), como herramienta para la ayuda en la configuración de la administración de energía en los equipos. Esta herramienta estuvo ubicada en un servidor y se ejecuto de manera remota desde la computadora donde se hizo la configuración, esto facilito y ahorro tiempo a comparación si se realizara de manera manual.

En el caso del centro de datos, se analizó la información obtenida por el software de monitoreo y por el inventario sobre las característica de los servidores en el centro de datos, esto ayudó a conocer el poder de procesamiento, espacio en disco duro, memoria que indicaron las capacidades de los servidores, para así evaluar las alternativas de aplicar técnicas de virtualización y/o consolidación de servidores y con ello, la posiblemente la eliminación física de uno de ellos.

Los características importantes que se evaluaron para saber si los servidores son candidatos para la virtualización o consolidación serán los obsoletos, aquellos con procesadores menores a 1 GHz, aquellos que cuenten con poca frecuencia de utilización, servidores multiprocesadores alojando aplicaciones sencillas que utilizan solo un procesador para su operación o programas que solo requieren pocos recursos para desempeñar su trabajo, son candidatos para que sean migrados hacia un servidor capaz de soportarlo.

Al tener identificados a los servidores candidatos que son capaces de soportar virtualización así como los que pueden ser consolidados, se hizo una propuesta óptima para la realización de cambios pertinentes en el centro de datos. Dichos cambios fueron en base al análisis de la información sobre el monitoreo de actividad de los servidores.

3.3.3 Tercera Etapa

Uno de los objetivos de este proyecto tiene como finalidad la de evaluar el beneficio obtenido por la aplicación de algunas técnicas que proponen las tecnologías verdes, para la conservación de la energía usada por los equipos de cómputo en DG Cecyte, por lo tanto es necesario volver a monitorear el comportamiento de los equipos de cómputo en base a la configuración de administración de energía aplicada.

El procedimiento para esto fue de manera similar a la utilizada en la primera etapa, donde por medio del software de monitoreo se tuvo el tiempo de actividad de los equipos. De nuevo, el tiempo utilizado para el monitoreo fue de 30 días, del 1 al 30 de noviembre en el caso de DG Cecyte, con la nueva configuración aplicada en ellos, esto

para poder realizar una comparativa sobre el cambio hecho con el mismo periodo de tiempo.

Se utilizaron los mismos niveles de consumo KWH en los equipos, que se obtuvieron al inicio del procedimiento. Para el centro de datos se hizo un análisis sobre el nuevo consumo energético que este tendría por la aplicación de la propuesta hecha.

Este nuevo monitoreo, sirvió de referencia para hacer una comparación de ventajas y ahorros obtenidos por parte de la aplicación de las tecnologías verdes.

Al termino de todas las etapas anteriores y al haber obtenido toda la información de configuración y de consumo de energía por parte de los equipos, se elaboraron graficas comparativas sobre la diferenciación del antes y el después de las aplicaciones de las técnicas como medida para el ahorro de energía eléctrica. El consumo de energía por parte de los equipos se tradujo en términos financieros dándose a conocer los resultados obtenidos.

Para continuar con la implementación de las tecnologías verdes, se desarrollo un manual de sugerencias y recomendaciones sobre cambios o seguimientos que pueden ser aplicadas en la infraestructura de TI de la organización, así como en las actividades cotidianas del departamento, o continuar con el desarrollo de otras áreas concernientes a las tecnologías verdes para su implementación, así como para referencia en futuros proyectos donde se puedan seguir aplicando estas tecnologías.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo de la utilización de las tecnologías verdes en la Dirección General de Cecyte para la reducción y uso eficiente de la energía eléctrica de los equipos de cómputo. Los sujetos de estudio dentro de esta investigación comprenden a los servidores del centro de datos con la que cuenta la organización, así como, el equipo de cómputo que es utilizado por el personal administrativo.

Por lo tanto, a continuación se presentarán los resultados por el monitoreo a los equipos de cómputo, así como la información del comportamiento y desempeño de trabajo de los servidores en el centro de datos.

4.1 INVENTARIO

Se realizó un inventario general sobre la infraestructura con la que cuenta la organización, aspectos como la topología de red, cantidad de equipos, tipos de modelos y de manera particular, la administración de energía en cada equipo.

En el caso del plantel Xochimilco se tienen 71 computadoras instaladas en dos laboratorios, sin embargo fueron monitoreadas y objeto de análisis 57 de ellas, 27 en el laboratorio A y 30 en el laboratorio B; esto debido a que algunas no tenían conexión con la red o no se encontraban en condiciones de uso.

En la Dirección General de Cecyte fueron inventariadas seis impresoras y 99 equipos de cómputo, de los cuales se monitorearon 86 computadoras, esto también debido a que algunas de ellas no se encontraban conectadas a la red o el software de monitoreo no las detectó al momento de darlas de alta. Esta red está dividida en cuatro subredes para ofrecer una estructura y administración ordenada en cuanto a los diferentes equipos de telecomunicaciones que se encuentran conectados a ellas (ver figura 4.1), es decir, en la subred 192.168.0.0 se encuentran los servidores y equipos de interconexión, como enrutadores, comutadores, etc. conectados; la subred 192.168.101.0 se utiliza para las conexiones a la red vía inalámbrica diseñada para

dispositivos móviles o visitantes a la organización; la subred 192.168.100.0 para todos los equipos de cómputo de los usuarios e impresoras y la subred 192.168.103.0 es utilizada para la telefonía IP con la que cuenta la organización.

La red de DG de Cecyte se encuentra interconectada bajo un grupo de trabajo de Windows, cada estación de trabajo está independiente y no se identifica bajo ningún dominio, por lo tanto cada usuario posee o no una cuenta de usuario local para poder ingresar a su equipo de cómputo. Para cualquier instalación o configuración necesaria al sistema operativo del equipo que necesite realizar, el departamento de informática tienen que hacerlo de manera manual y físicamente en cada estación de trabajo y no de una manera centralizada.

El centro de datos de la organización también fue inventariado acerca de sus servidores, en esta se encuentran alojados 8 servidores en total, de los cuales cinco están administrados totalmente por el departamento de informática, y que fueron objeto de estudio. Los tres restantes son manejados por proveedores externos.

4.1.1 Administración de Energía

Se realizó un inventario manual en todos los equipos de la organización, ya sea que estuvieran dados de alta en el software de monitoreo o no, con el objeto de determinar la situación actual en cuanto a la administración de energía habilitada en cada equipo, tanto en computadoras como en las impresoras.

En el caso de los laboratorios de cómputo del plantel, los resultados obtenidos de los dos laboratorios se presentan integrados en una sola tabla, debido a su similitud en la información obtenida. El total de equipos inventariados correspondió de 57, la tabla 4.1 muestra la cantidad de equipos con administración de energía activa en cualquiera de sus opciones, como monitor, suspensión e hibernación, así como los tiempos asignados a cada uno de ellos respectivamente.

Tabla 4.1 – Configuración de administración de energía, laboratorios.

Configuración	Total de equipos con configuración	Configuración en Minutos
Monitor	57	10
Suspensión	26	15
	31	30
Hibernación	27	1080

Por otra parte, la configuración fue muy similar en la mayoría de los equipos, en donde no existió mucha variedad de tiempos en las configuraciones y todos ellos tenían instalado Windows 7 con un plan de administración de energía definido por default del fabricante del equipo.

Con respecto a los equipos de cómputo de DG Cecyte, durante el inventario se encontró gran variedad en sus configuraciones.

En el inventario realizado a las impresoras conectadas a la red y que se tomaron como objeto de análisis, todas ellas presentaban una configuración de ahorro de energía activa con un tiempo asignado de 30 min.

En la figura 4.2 se presenta la cantidad de equipos que tenían al menos activa una opción de administración de energía, ya sea para el monitor, suspensión o hibernación con algún tiempo determinado, así como las que no contaban con alguna de esta opción habilitada, en donde se puede observar que hay un 72.72% con al menos una configuración activa, la mayoría de los casos con una configuración activa por parte del monitor, siguiendo la suspensión del equipo e hibernación respectivamente.

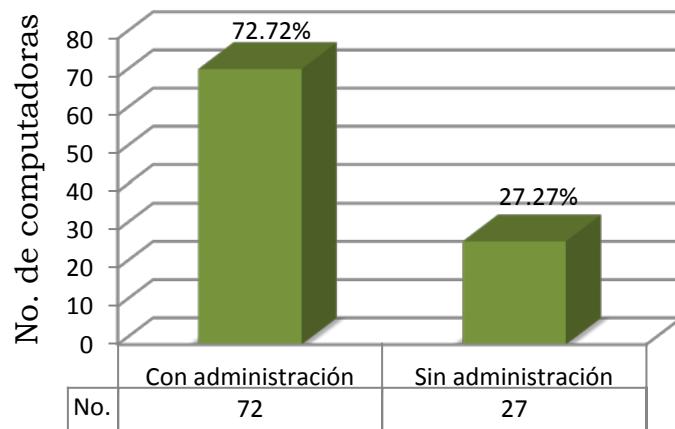


Figura 4.2 - Dispositivos con administración de energía.

En la figura 4.3, se puede apreciar el desglose de las opciones que estaban activadas en los equipos de cómputo, se puede apreciar que el monitor domina por tener una configuración activa en el 72.72% de los casos, siguiendo la suspensión del equipo e hibernación con 34.34% y 12.12% respectivamente.

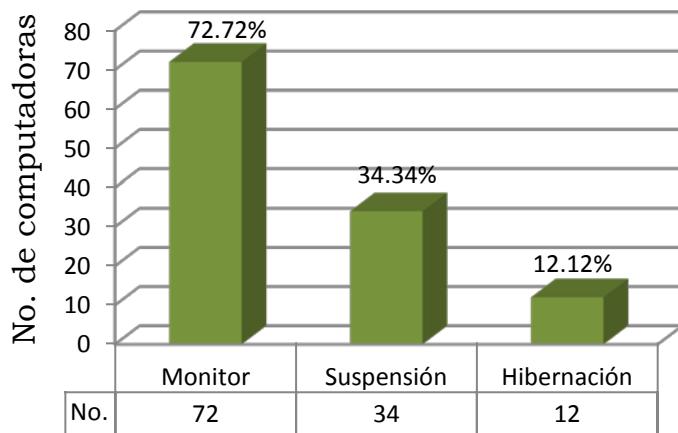


Figura 4.3 - Configuración por cada opción en la administración de energía.

Los tiempos asignados en la administración de energía de los equipos para las diferentes opciones fueron varias. En el caso de la suspensión al monitor, la figura 4.4 muestra los tiempos en minutos que se encontraron. Observándose que el 27.27% del total de los equipos no contaban con esta opción configurada, para la equipos que si, predominaban los tiempos de 15 y 20 minutos representando un 54.54% de monitores con esta configuración.

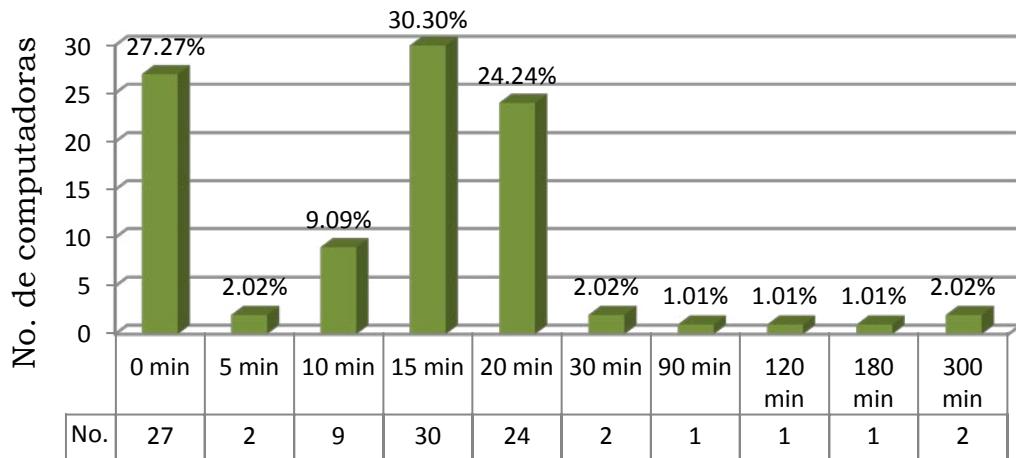


Figura 4.4 - Tiempos asignados al monitor.

De igual manera en la figura 4.5 se muestran los tiempos de configuración de suspensión en los equipos, en donde el 65.65% del total de los equipos no tenían esta opción de administración de energía configurada, pero en aquellos donde si se tenía, el tiempo predominante fue de 15 min. con el 20.20% y el restante en diferentes tiempos.

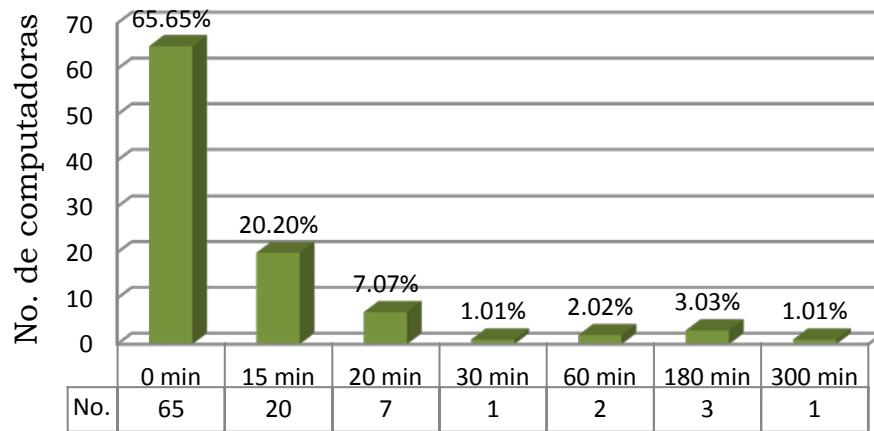


Figura 4.5 - Tiempos asignados a la suspensión del equipo.

En la figura 4.6 se muestra la cantidad de equipos que tuvieron activado la opción hibernación y los tiempos asignados. Se observa que la mayoría de ellos, el 87.87% no tenían habilidad esta opción en sus equipos de cómputo, el 7.07% de equipos que muestra la figura estaban configurados bajo un plan de administración activo por default del equipo del fabricante.

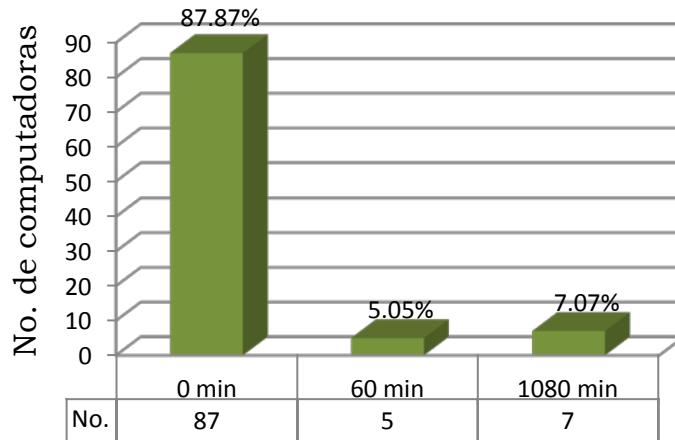


Figura 4.6 - Tiempos asignados a la hibernación del equipo.

De acuerdo a las figuras anteriores, los equipos con una configuración en la administración de energía son pocos, representando el 87.75% de las computadoras sin configuración de hibernación, el 65.30% para suspensión del equipo y el 27.55% sin presentar ninguna configuración para el monitor.

En el centro de datos de DG Cecyte se llevo también acabo un inventario sobre su infraestructura de manera general, así como en los servidores.

La organización cuenta con cinco servidores que dan servicio a las aplicaciones necesarias las cuales son utilizadas por el personal administrativo, así como para mantener sistemas que son usados externamente por maestros y alumnos.

En la tabla 4.2 se puede apreciar el inventario de servidores actual, en donde el servidor modelo PowerEdge 1950 son los más recientes con los que cuenta la organización y de mayor poder de procesamiento con los que cuéntala organización, son del tipo rack y están ubicados en el bastidor asignado para ellos; los modelos PowerEdge 1800 y PowerEdge 2900 son del tipo torre y con un poder de procesamiento menor a los anteriormente descritos, estos están instalados en el piso ocupando espacio físico en el centro de datos; y por último el modelo Lanix Genesis el cual es propiamente un equipo de cómputo de escritorio usado como servidor soportando únicamente el servicio de DHCP para otorgar las direcciones IP a las computadoras conectadas a la red de DG Cecyte dentro del segmento 192.168.100.0.

Tabla 4.2 Características de los servidores

Modelo	SO	Nombre Servidor	Procesador	Memoria RAM	Disco Duro
PowerEdge 1950	Windows Server 2003	Servidor-Aux	Intel Xeon E5310 @ 1.6 GHz (8 cores)	4 GB	219 GB
PowerEdge 1950	Windows server 2008	Cecyte-servidor	Intel Xeon E5310 @ 1.6 GHz (8 cores)	4 GB	219 GB
Lanix Genesis	Windows 2000	Cecyte-dhcp	Pentium 4 @ 3.6 Ghz (1 core)	512 MB	80 GB
PowerEdge 1800	Windows server 2003	Cecyte-Mail	Intel Xeon @ 3.0 GHz (2 cores)	1 GB	136 GB
PowerEdge 2900	Windows Storage Server	Cecyte-Storage	Intel Xeon 5130 @ 2.0 GHz (2 cores)	2 GB	428 GB

Cada servidor que está instalado en el centro de datos, tiene asignado un servicio o aplicación a dar soporte, con responsabilidad de brindar la información necesaria cuando sea solicitada. La tabla 4.3 describe los servicios y aplicaciones por servidor. Comparando los servicios que ofrece cada servidor con la tabla anterior sobre las características físicas de este y su poder de procesamiento, se puede hacer notar que los servidores de mayor poder son los que tiene asignados la mayor cantidad de aplicaciones o las más importantes, mientras que el resto de ellos tienen asignados servicios básicos para la organización.

Tabla 4.3 Servicios y aplicaciones asignadas por servidor.

Servidor	Servicio	Aplicación
Servidor-Aux	<ul style="list-style-type: none"> • SQL Server 2005 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Contabilidad
Cecyte-Servidor	<ul style="list-style-type: none"> • SQL Server 2005 	<ul style="list-style-type: none"> • SIACE • SIIRH • SIED • Herramientas Docente • Herramientas Administrativas • SISAR
Cecyte-DHCP	<ul style="list-style-type: none"> • Servidor DHCP 	
Cecyte-Mail	<ul style="list-style-type: none"> • Servidor HTTP 	<ul style="list-style-type: none"> • Aula Virtual
Cecyte-Storage	<ul style="list-style-type: none"> • Servidor de Archivos 	

4.1.2 Consumo de Energía

La organización cuenta con diferentes modelos de computadoras y marcas por lo tanto fue necesaria la toma de lecturas del consumo de energía por cada modelo activo, para proporcionar mayor precisión en el cálculo del consumo de energía que tuvieron los equipos.

La computadora puede consumir más o menos energía dependiendo del uso o de la carga de trabajo que esta tenga, es decir, que a mayor carga de trabajo mayor es

consumo de energía y viceversa, por lo tanto se tomaron lecturas a diferentes horas y diferentes días de la semana laboral para así promediar el consumo típico de energía por cada modelo existente.

La tabla 4.4 presenta, a manera de ejemplo, una bitácora de las lecturas tomadas al modelo Dell 755.

Tabla 4.4 - Bitácora de lecturas de KWH, Dell 755.

Modelo Dell 755						
Día	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo	1 hr					
KWH	0.09	0.08	0.1	0.08	0.09	0.088

La figura 4.7 muestra el consumo de energía en los diferentes estados que el equipo puede soportar, como lo es hibernación, suspensión, así como durante su operación promedio normal de uso, en este ejemplo del modelo Dell 755. Este consumo que representa la figura 4.7 esta dado por el CPU y el monitor en conjunto. Se puede apreciar que el ahorro en el consumo de energía es significativo desde un estado de operación normal al de suspensión del equipo, este ahorro se pretende obtener cuando el equipo no está siendo utilizado o es dejado todo el tiempo encendido sin una administración de energía adecuada. El ahorro puede ser del 97.62% para este caso del modelo de computadora.

Durante el inventario sobre el estado en el cual se encuentran los equipos con respecto a la administración de energía y los estados de ahorro de energía, se pudo constatar que todos los modelos con los que cuenta la organización soportan el estado S3 y que además ya viene activado, en el BIOS, por default por el fabricante, por lo cual no fue necesario la configuración de este en los equipos. Por lo tanto, los equipos pueden soportar la suspensión e hibernación sin realizar alguna configuración para llegar al estado S3.

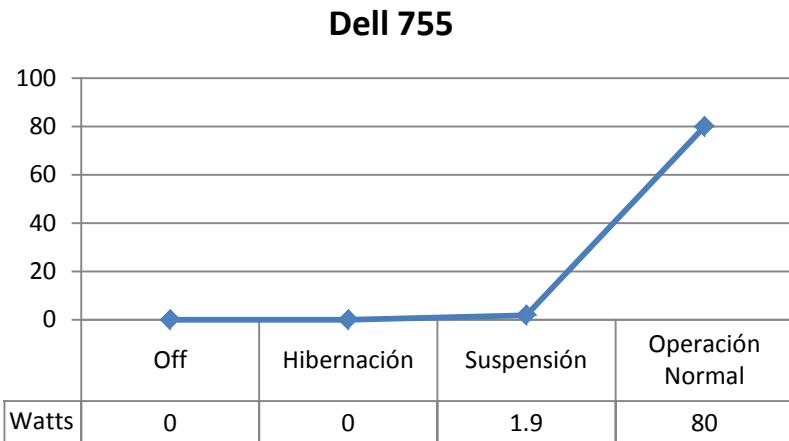


Figura 4.7 - Consumo de watts por cada estado, Dell 755.

En el centro de datos también se realizaron mediciones en cuanto al consumo de energía eléctrica que tuvieron los servidores que fueron objeto de análisis. En este caso se conectaron los medidores Kill-a-Watt 4460 de manera continua durante 3 semanas, para obtener un promedio de consumo eléctrico dentro de un trabajo normal de utilización por la organización; personal del departamento de informática apoyo con la captura periódica del consumo eléctrico.

La tabla 4.5 muestra los promedios de consumo eléctrico en KWH de cada servidor. En la columna de watts, la información desplegada se refiere a la cantidad de potencia promedio que el servidor consume para realizar su trabajo, y en la columna KWH se muestra el consumo de potencia promedio que tiene el servidor durante una hora continua de operación.

Tabla 4.5 - Bitácora de lecturas de consumo de servidores.

Servidor	Watts	KWH
Servidor-Aux	191	0.1916
Cecyte-servidor	187	0.1877
Cecyte-dhcp	126	0.1267
Cecyte-Mail	150	0.1501
Cecyte-Storage	212	0.2122

4.1.3 Resultados del software de monitoreo

Los resultados que se obtuvieron por la utilización del programa de monitoreo, en el caso a los equipos de cómputo que usa el personal, se presentan continuación. En las figuras no participan las impresoras que fueron monitoreadas. Para la presentación de las figuras, en todos los casos se realizó un promedio de la actividad de los equipos por el periodo de tiempo que fueron monitoreados. Y se dividió este periodo en días laborales, que corresponden de lunes a viernes (de todo el periodo); y fines de semana, que corresponde a sábados y domingos de todo el periodo. Las figuras muestran la cantidad de equipos promedio encendidos durante las 24 hrs.

En el caso de la investigación realizada en el plantel Xochimilco, se presentan a continuación los resultados del monitoreo realizado. Se distingue a los dos laboratorios de cómputo como A y B. El laboratorio A tuvo un periodo de monitoreo de 30 días y el laboratorio B un periodo de 25 días.

La figura 4.8 muestra el promedio de equipos encendidos en el laboratorio A, este laboratorio muestra actividad desde el inicio de clases en el plantel, con un horario de las 7:00 horas hasta las 20:00 horas, y baja su actividad considerablemente hasta las 20:00 hrs. Durante el periodo de la noche donde no son utilizados los laboratorios, se presentan en promedio 1.24 equipos de cómputo encendidos.

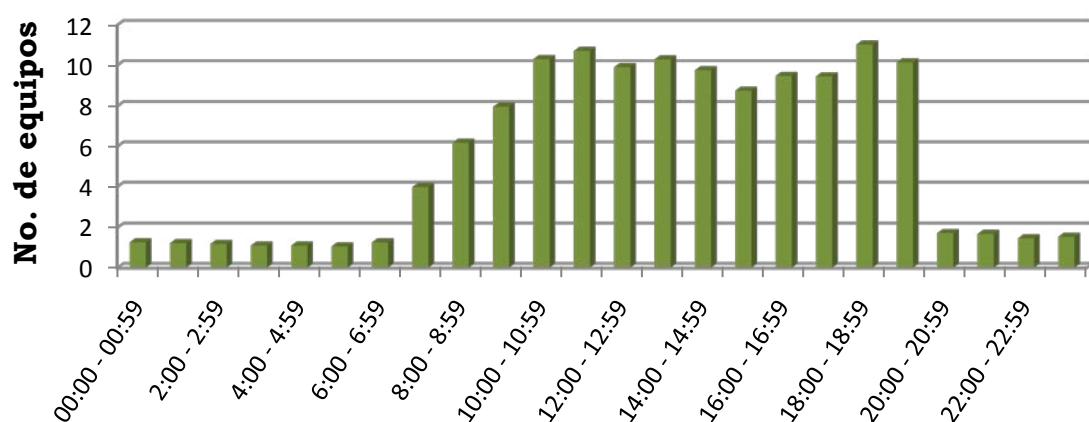


Figura 4.8 - Equipos activos en laboratorio A, lunes a viernes.

En la figura 4.9 se puede apreciar el comportamiento de la cantidad de equipos de cómputo que permanecieron encendidos los fines de semanas, la figura muestra los días sábados y domingos, que tienen un comportamiento casi similar en la cantidad de computadoras y en los tiempos en que estas estuvieron activas respondiendo al programa de monitoreo. Como característica singular, la mayor cantidad de equipos en estos días, son en los horarios nocturnos donde no debería de haber respuesta alguna de actividad. La actividad de equipos encendidos en la grafica muestra que en algunos fines de semanas se quedaron en promedio 0.37 equipos encendidos.

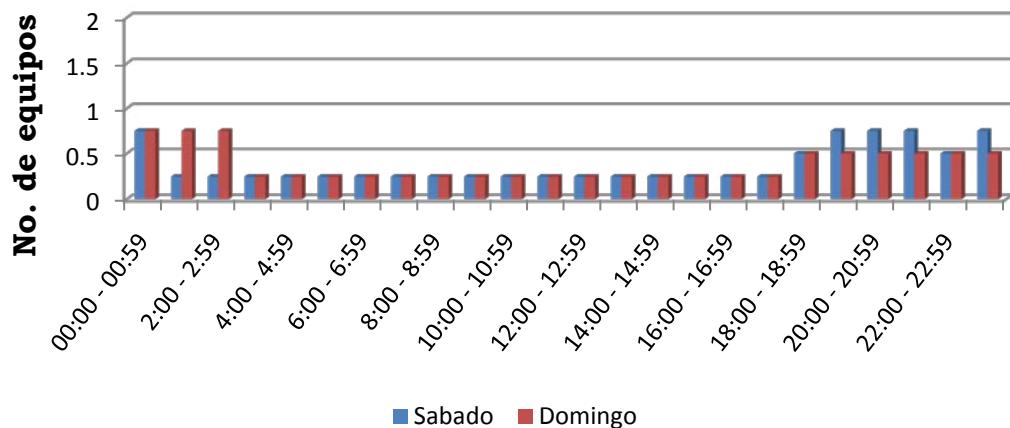


Figura 4.9 - Equipos activos en laboratorio A, fines de semana.

A continuación la figura 4.10 muestra los resultados obtenidos con respecto al monitoreo del laboratorio B. La figura muestra un comportamiento donde los equipos presentan una actividad a partir de las 7:00 horas y se mantiene así durante el resto del día. Al final del día se presenta un comportamiento anormal, desde las 20:00 hrs hasta las 23:59 hrs, presenta actividad y después de las 00:00 hrs cae considerablemente, esto es posiblemente a una lectura errónea producido por la infraestructura de la propia red y/o la mal interpretación por parte del software de monitoreo.

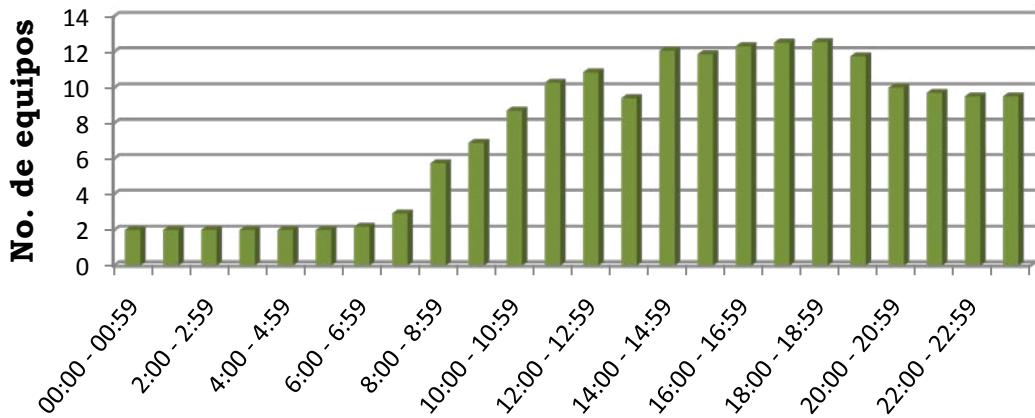


Figura 4.10 - Equipos activos en laboratorio B, lunes a viernes.

La figura 4.11 muestra la cantidad de equipos promedio encendidos durante el periodo de monitoreo en el fin de semana. Los días sábado y domingo, muestran una similitud en la cantidad de equipos encendidos en esos días, con un promedio de 1.83 equipos entre los dos días.

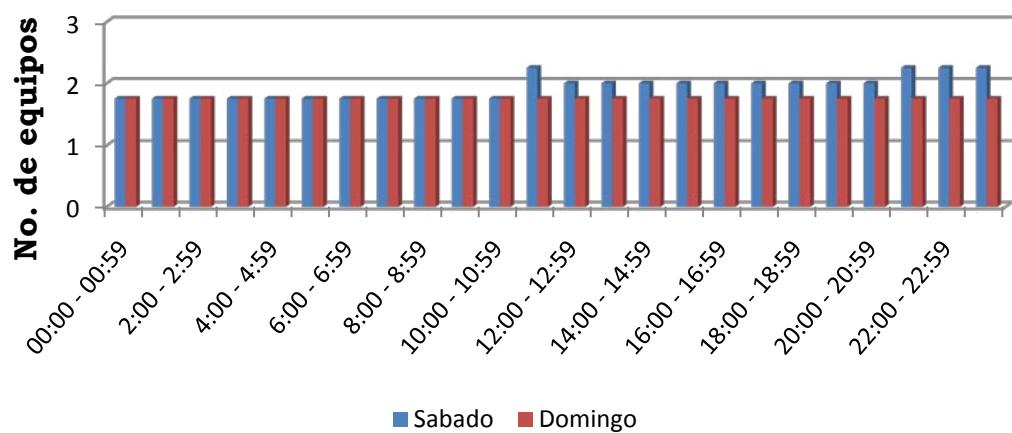


Figura 4.11 - Equipos activos en laboratorio B, fines de semana.

A continuación se presentan los resultados obtenidos a los equipos de cómputo de la Dirección General de Cecyte, que fueron monitoreados por un periodo de 30 días.

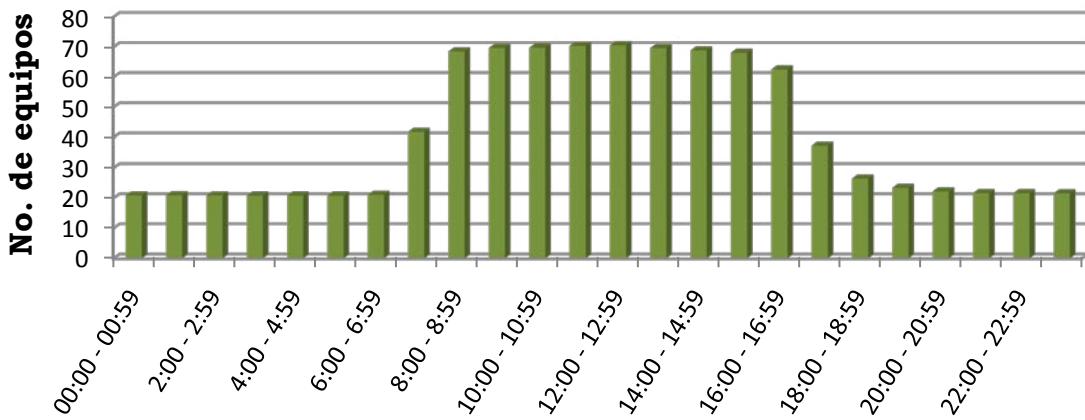


Figura 4.12 - Equipos activos en DG Cecyte, lunes a viernes.

La figura 4.12 muestra la cantidad de equipos activos que registro el sistema de monitoreo durante las 24 horas del día, se puede observar que en el horario de las 8:00 hrs. a las 16:00 hrs. se encuentran la mayoría de los equipos encendidos, ya que es el horario normal de labores; pero dentro de los horarios de las 17:00 hrs. a las 7:59 hrs., se encuentran equipos encendidos aun cuando ya no se encuentra personal laborando dentro de las instalaciones, representando un promedio de 24.18 equipos; esto como resultado indica que los equipos permanecen encendidos como si estuvieran bajo operación normal de trabajo.

La figura 4.13 muestra el promedio de los equipos encendidos durante los fines de semana del mismo mes. En dicha figura se representa el sábado y domingo, mostrando una ligera diferencia entre estos dos días, ya que de vez en cuando se presentan a laborar algunos empleados el día sábado. En esta misma figura se pueden apreciar equipos de cómputo encendidos de manera similar a los de la figura 4.12 donde no están siendo utilizados, en este caso para fines de semana existen en promedio 18.58 equipos.

Con respecto al monitoreo de los servidores, este correspondió a un periodo de 30 días, bajo una carga de trabajo normal. Para las figuras siguientes que representan los recursos de los servidores, en los anexos del 3 al 6 se encuentran las figuras con respecto al tiempo, realizadas por el software de monitoreo; esto podrá proporcionar información más detallada.

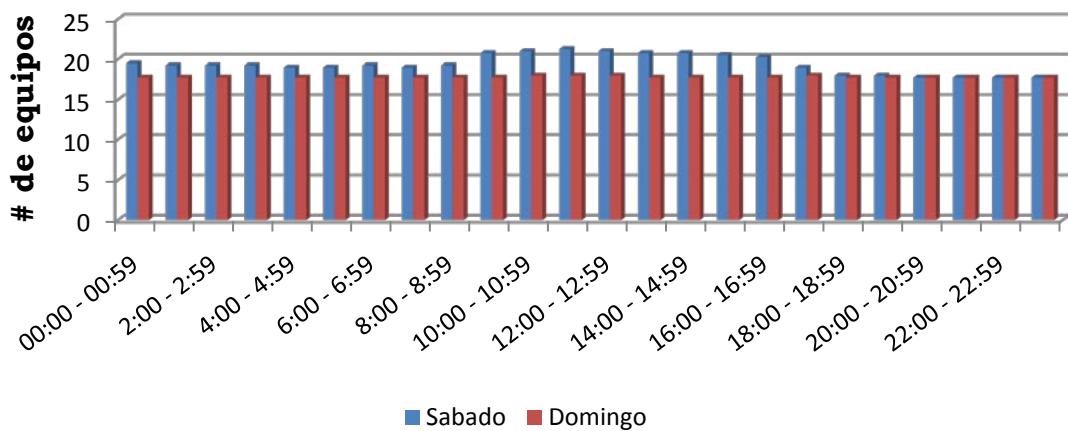


Figura 4.13 – Equipos activos en DG Cecyte, fines de semana.

A continuación se presenta la figura 4.14 que corresponde al porcentaje de uso o carga de trabajo que presentaron los servidores. En promedio el uso del procesador de cada servidor se mantuvo en niveles bajos, el servidor que estuvo mas activo fue el Cecyte-Mail con un promedio de utilizacion de 4.0% pero cabe mencionar que este tiene un poder de procesamiento menor a los servidores PowerEdge 1950 que llegaron a un promedio de uso de 2% cada uno. En esta figura se muestra la carga de trabajo promedio del procesador durante el periodo de prueba bajo un ritmo normal, así como los máximos y mínimos de uso, en el anexo 3 se muestran el porcentaje de uso de cada core del procesador de cada servidor.

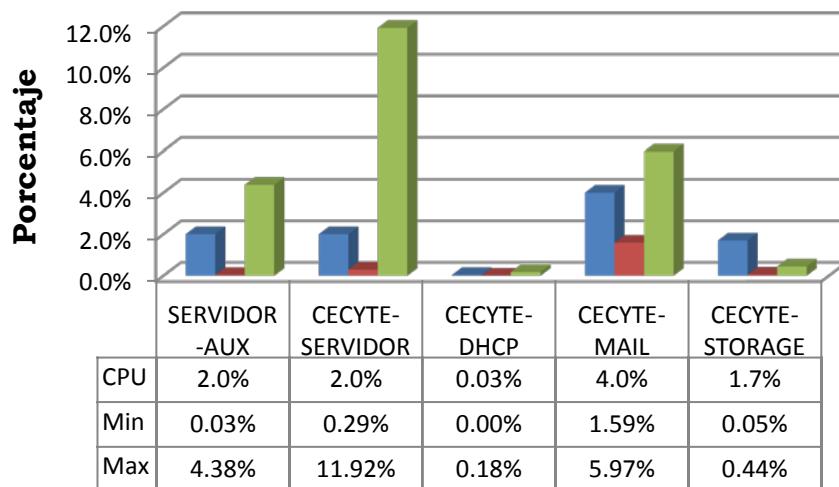


Figura 4.14 - Porcentaje de uso del procesador.

En los anexos del 3 al 6 se encuentran las figuras realizadas por el software de monitoreo, donde se muestran de forma más detallada los usos de los recursos de los servidores durante el periodo monitoreado.

En la figura 4.15 se puede apreciar la disponibilidad de memoria, durante el mismo periodo de tiempo, por cada servidor.

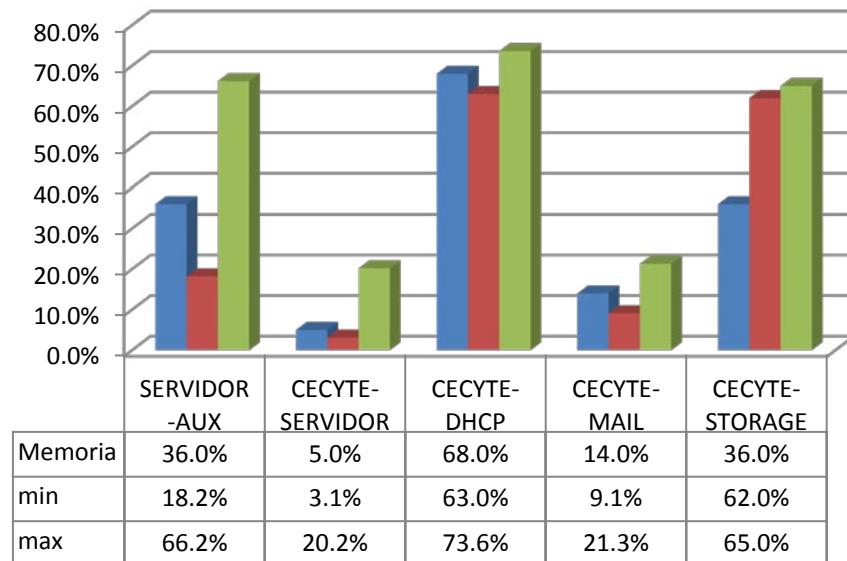


Figura 4.15 - Porcentaje de disponibilidad de memoria RAM.

La disponibilidad de memoria en los servidores es relativamente baja e incluso crítica en algunos de ellos, como en el caso del Cecyte-Servidor donde es necesario el incremento de memoria RAM. La figura representa promedios y puntos máximos y mínimos que se obtuvieron durante el monitoreo.

En la figura 4.16 se muestra la disponibilidad de espacio en disco duro de cada servidor, observándose que no existe una variación considerable en la capacidad de disco duro durante el periodo de prueba. Sin embargo es importante destacar que el Cecyte-Servidor parece tener muy poca disponibilidad de espacio en disco duro e incluso llego a ser nula.

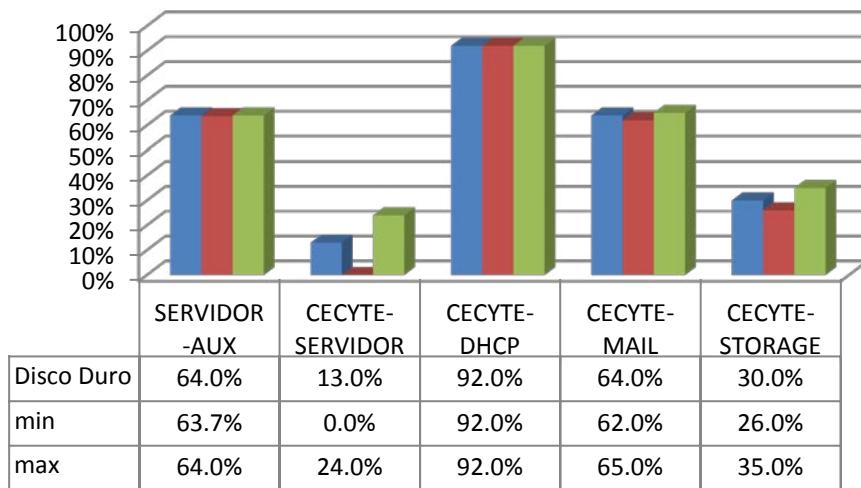


Figura 4.16 - Disponibilidad de espacio en disco duro.

En la figura 4.17 se muestra el tráfico bidireccional existente en la tarjeta de red. La cantidad de tráfico indica la utilización o necesidad del servidor dentro de la red de DG Cecyte así como de solicitudes de información externas a estos. Los servidores que tienen mayor actividad es el Cecyte-Storage y el Cecyte-Servidor, donde el primero es muy utilizado debido a que brinda el servicio de respaldo de información y/o almacenamiento, y el segundo es donde reside la mayoría de las aplicaciones que están en constante uso.

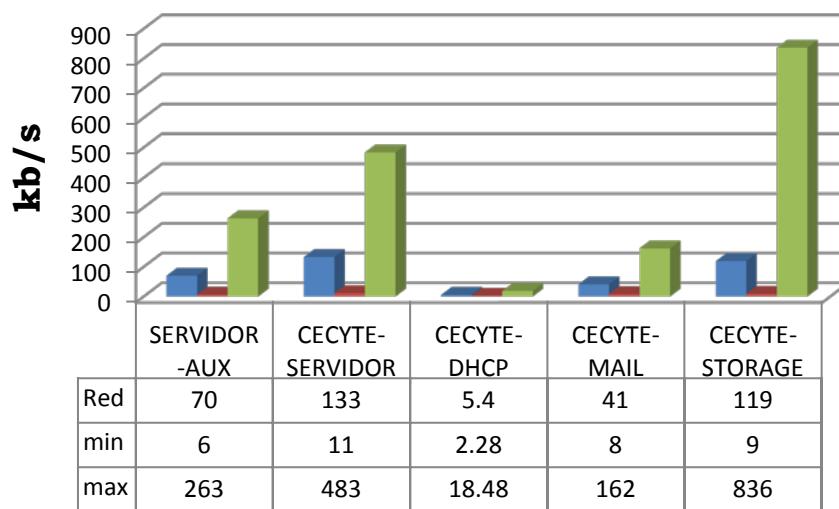


Figura 4.17 - Tráfico en la tarjeta de red.

4.1.4 KWH y Costos

Después de haber descrito la situación en la cual se encontraban los equipos de cómputo de DG Cecyte es necesario traducir el comportamiento de los equipos a la cantidad de KWH consumidos por y de igual manera, determinar los costos por su consumo, ya sea durante su horario de operaciones normales así como los que son dejados encendidos fuera de horarios laborales. En las siguientes figuras solo estará el análisis de los equipos de cómputo de DG Cecyte y su respectivo centro de datos. En este caso se incluyó el consumo que tuvieron las impresoras que fueron monitoreadas.

En la figura 4.18, se presenta el consumo energético total en KWH durante los días de análisis, ya que se realizaron mediciones a los equipos de forma individual, para obtener información fidedigna del consumo real de energía en términos de KWH. La figura 4.18 muestra el comportamiento de consumo energético de los días laborales del periodo de monitoreo dentro de un rango de 24 horas.

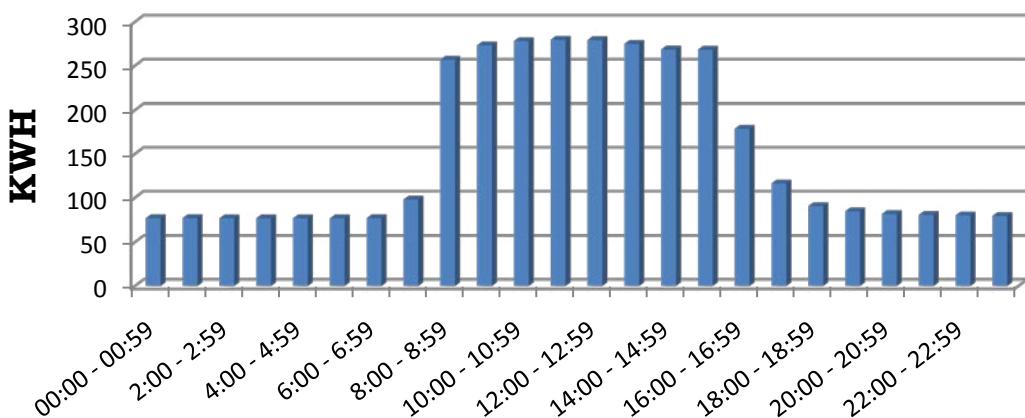


Figura 4.18 - Consumo de electricidad en DG Cecyte, lunes a viernes.

Por lo que si se toma como horario laboral de las 8:00 hrs hasta las 16:59 hrs, este correspondiente al tiempo en el cual el personal utilizó sus equipos de cómputo para realizar su trabajo y donde se muestra el mayor consumo de energía, siendo de 2357.27 KWH. Fuera de este horario normal de labores, que comprende desde las

17:00 hrs hasta las 7:59 hrs del día siguiente, el consumo total de energía durante los días de lunes a viernes del mes fue de 1245.76 KWH.

La figura 4.19 presenta el consumo en KWH de los fines de semana del mes, en estos días no se labora en la institución, la figura representa los días sábado y domingos o fines de semana del periodo. El consumo de energía de los equipos que no son utilizados por estos días y que permanecieron encendidos, para el día sábado es de 302.12 KWH y para el día domingo es de 276.34 KWH sumando un total para el fin de semana completo de consumo del 578.45 KWH.

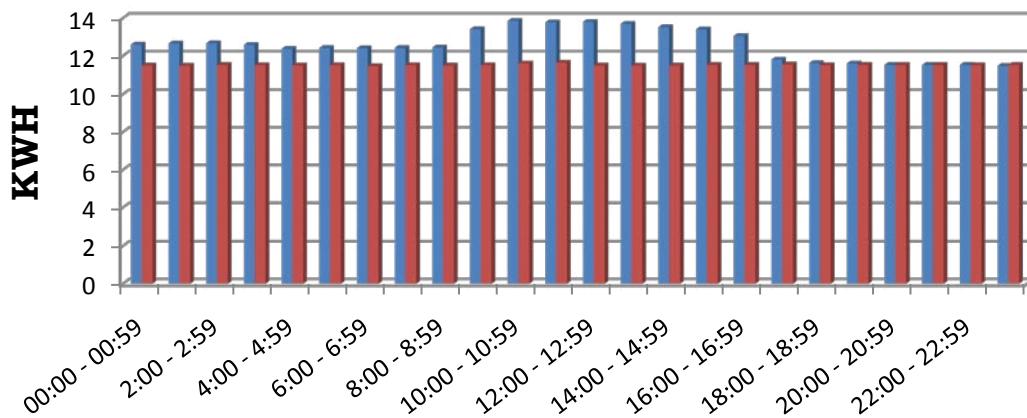


Figura 4.19 - Consumo de electricidad en DG Cecyte, fines de semana.

Las figuras siguientes se presentan en términos de costos. La cantidad de KWH consumida fue multiplicada por el costo del KWH, según la tarifa asignada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se obtuvo un promedio en el costo del KWH para realizar el cálculo. La figura 4.20 muestra el consumo en pesos en base al KWH consumido mostrado en las figuras 4.18 y 4.19.

La figura 4.20 presenta el total del costo producido por el consumo de electricidad durante los días de lunes a viernes del mes, desglosado por las 24 hrs del día. Como se puede apreciar los mayores costos son dentro del horario normal de trabajo, correspondiendo a 2864.87 pesos. También muestra los costos producidos por equipos

encendidos fuera del horario normal de operación, equivalente a 1514.02 pesos representado el 34.57% del total de costo por consumo de energía durante los días laborales.

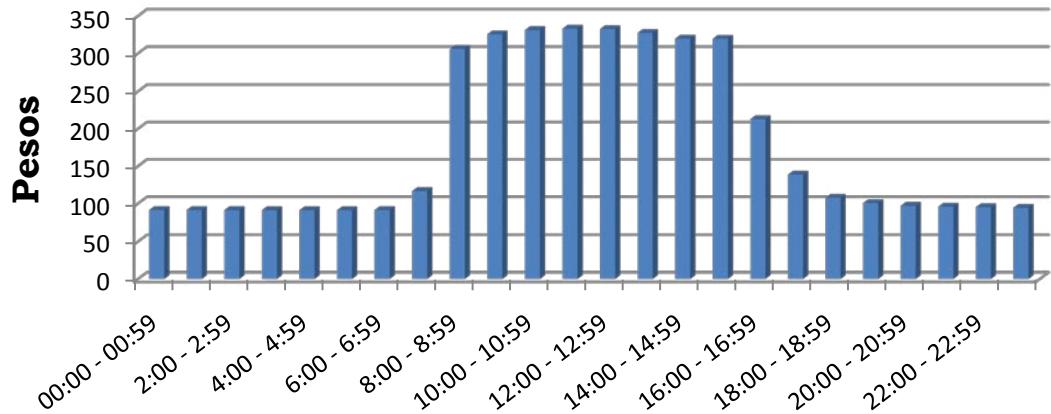


Figura 4.20 - Costos por consumo de energía en DG Cecyte, lunes a viernes.

La grafica 4.21 muestra los costos durante los fines de semana del periodo monitoreado, estos equipos también están fuera del horario normal de trabajo, representando el 13.83% del costo total por el consumo de electricidad del mes, hecho por el equipo de computo. El costo total de los fines de semana es de 703.02 pesos.

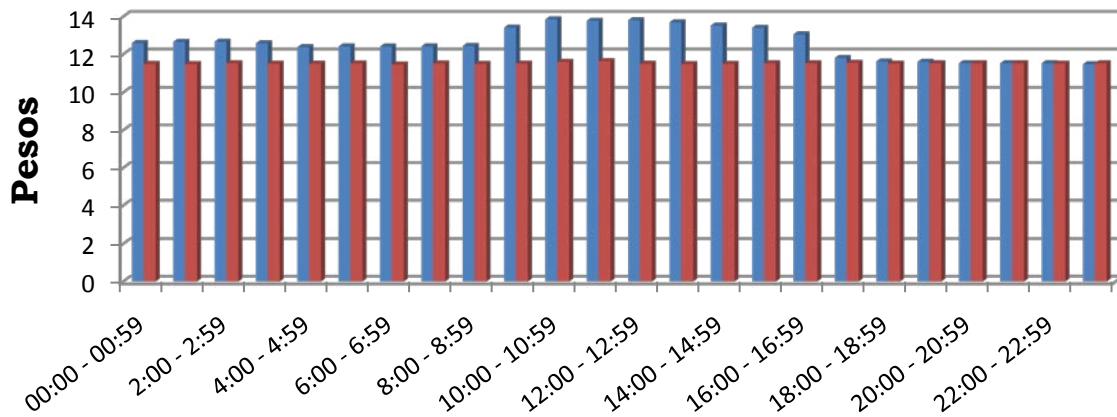


Figura 4.21 – Costo por consumo de energía en DG Cecyte, fines de semana.

La tabla 4.6 contiene la información concentrada sobre la relación de consumo-costo en cuanto a los equipos de cómputo de la DG Cecyte durante el periodo de monitoreo referente al mes de septiembre.

Tabla 4.6 - Consumo en KWH y Costos de equipos de cómputo, DG Cecyte.

Horario	KWH	Costo
Fuera de horario laboral 17:00 hrs a 7:59 hrs	1245.76	1514.02
Fines de Semana	578.45	703.02
Horario laboral	2357.27	2864.87
Total	4181.49	5081.91

En el centro de datos de la DG Cecyte, los servidores permanecen encendidos las 24 hrs del día, ya que su función es la de estar activos y atentos a cada petición que se les sea hecha y a tener una disponibilidad del 100% en todo momento. Su consumo energético fue medido las 24 hrs en un periodo de tres semanas continuas para obtener un promedio de consumo en KWH. Considerando lo anterior en la tabla 4.7 presenta el consumo de energía mensual así como su costo

Tabla 4.7 - Consumo KWH y costos mensual, servidores.

	Servidor-Aux	Cecyteservidor	Cecytes-DHCP	Cecytes-Mail	Cecytes-Storage	TOTAL
KWH	137.95	135.14	91.29	108.07	152.78	625.24
COSTO	\$ 167.66	\$ 164.25	\$ 110.94	\$ 131.34	\$ 185.68	\$ 759.87

El costo mensual total, en el mes monitoreado, por la operación de los 5 servidores es de \$759.87 pesos con un consumo en KWH de 625.24.

4.2 CONFIGURACIÓN EN LA ADMINISTRACIÓN DE ENERGÍA

Una vez determinada la situación actual de los sistemas, se aplicaron configuraciones de administración de energía en equipos cómputo e impresoras de DG Cecyte sobre las que carecían de ello o modificar las ya existentes. Después, se procedió a realizar de nuevo el monitoreo, de manera similar al inicial para tener una referencia en la misma cantidad de tiempo. Y se hicieron de nuevo las figuras sobre los equipos, para conocer los resultados de la cantidad de maquinas encendidas durante las 24 hrs del día y fines de semana, así como la cantidad de KWH consumidas y su respectivos costos, esto con la nueva información obtenida.

En la figura 4.22 se muestra la cantidad de equipos monitoreados y que estuvieron activos durante las 24 hrs en promedio, durante los días laborales, lunes a viernes. Se puede apreciar en la figura, que dentro del horario laboral normal de la organización se encuentra una mayor cantidad de equipos encendidos siendo utilizados por el mismo personal, después de las horas laborales se hace notar que existen en promedio 18.69 computadoras encendidas a deshoras de actividad del las oficinas.

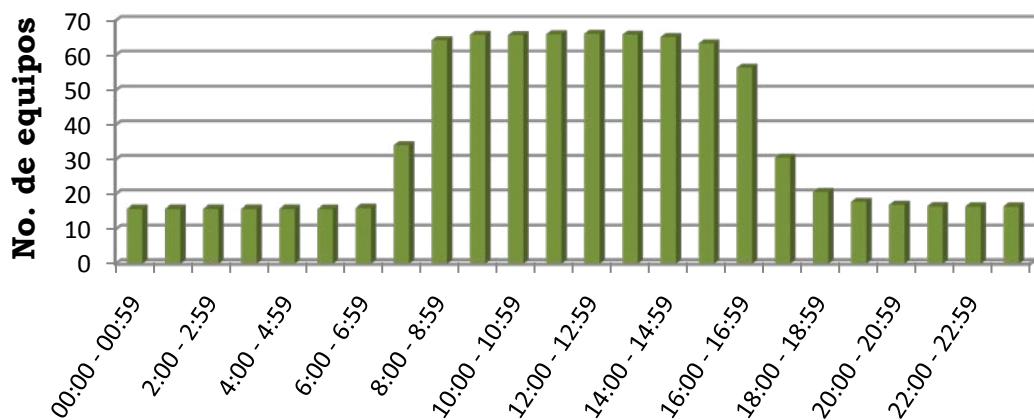


Figura 4.22 – Equipos activos en DG Cecyte, lunes a viernes, después de configuración.

La figura 4.23 muestra el comportamiento de los equipos durante los fines de semana del mes monitoreado después de que se configuró una administración de energía uniforme, existiendo un promedio de 12.98 equipos encendidos.

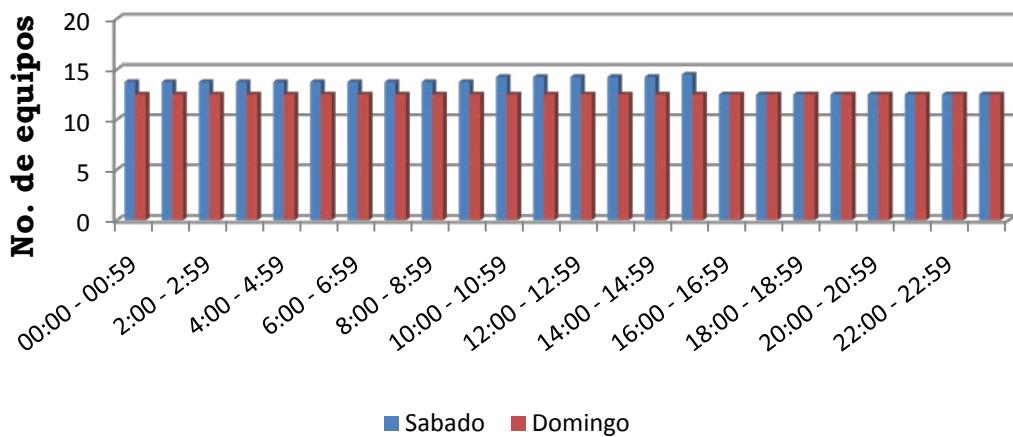


Figura 4.23 - Equipos activos en DG Cecyte, fines de semana, después de configuración.

4.2.1 KWH y COSTOS

Las figuras siguientes muestran los resultados después de la configuración de los equipos en términos de costos y el consumo energético producido debido a las medidas establecidas. La figura 4.24 muestra el consumo energía en KWH que tuvieron los equipos de cómputo durante los días laborales.

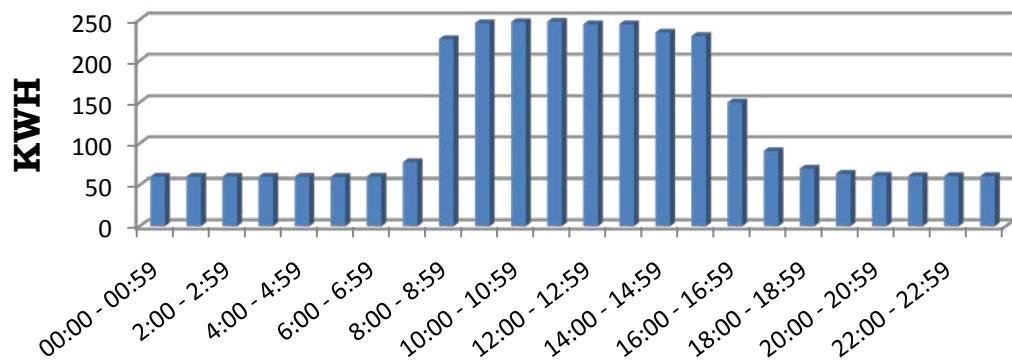


Figura 4.24 - Consumo de electricidad en DG Cecyte, lunes a viernes, después de configuración.

La figura 4.25 muestra el consumo de las computadoras activas durante los fines de semana del mes en KWH. Los días sábados muestra un incremento de consumo con

respecto a los días domingo, esto debido a que ocasionalmente personal se presenta a laborar parte del día.

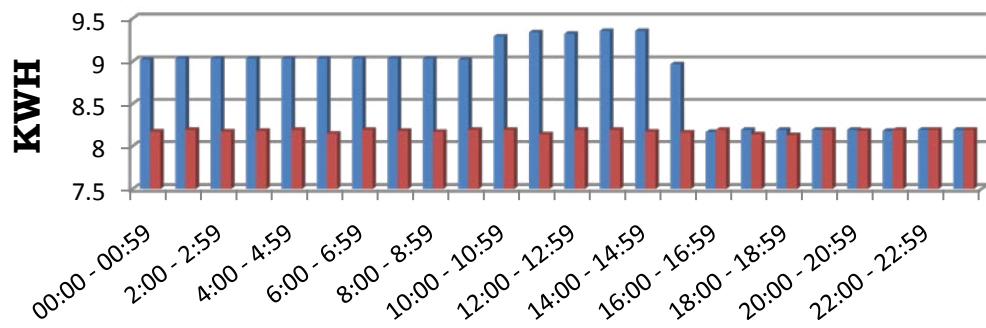


Figura 4.25 - Consumo de electricidad en DG Cecyte, fines de semana, después de configuración.

Las figuras 4.26 y 4.27 representan los costos en los días de la semana y fines de semana respectivamente, como resultado de los cambios realizados.

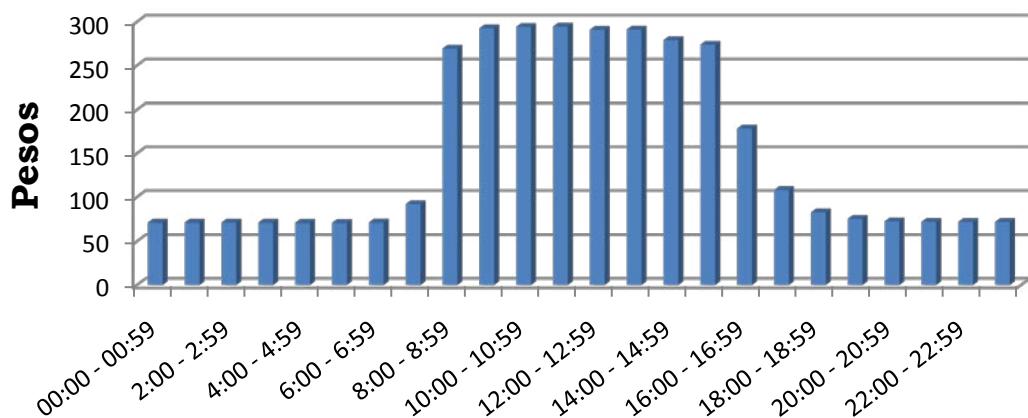


Figura 4.26 - Costos de consumo en DG Cecyte, lunes a viernes, después de configuración.

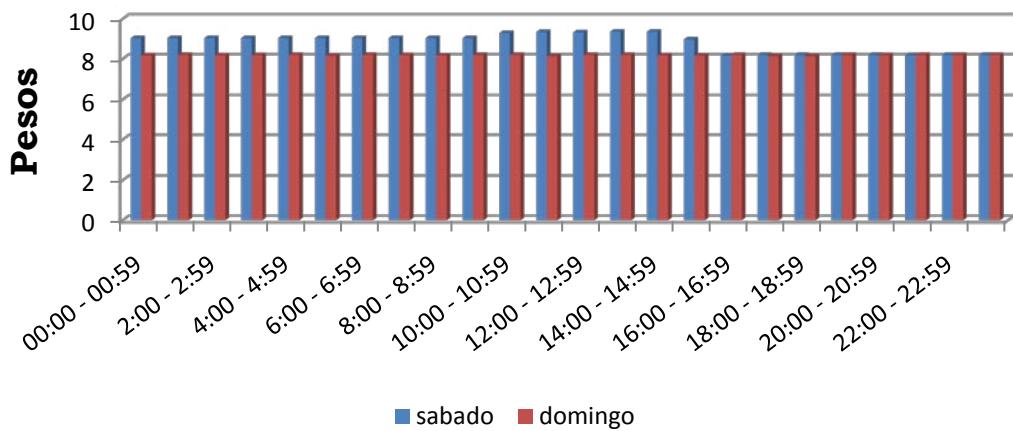


Figura 4.27 - Costos de consumo en DG Cecyte, fines de semana, después de configuración.

En la tabla 4.8 se presenta una comparativa de los resultados obtenidos por la aplicación de la nueva configuración y el efecto que este tuvo, se presentan las diferencias del comportamiento de equipo de cómputo que estuvo encendido fuera de las horas habituales de actividad en la organización, el consumo de energía en KWH y su respectivo costo.

Tabla 4.8 - Diferencias después de la configuración.

	Antes	Después	Diferencia	Diferencia %
Equipos fuera de horario laboral 17:00 hrs a 7:59 hrs	24.18	18.69	5.49	22.70 %
Equipos encendidos en fines de semana	18.58	12.98	5.6	30.13 %
KWH	4181.49	3433.37	748.12	17.89 %
Costo (Pesos)	5081.91	4172.69	909.22	17.89 %

Se puede observar en la tabla 4.8, la disminución de equipos de cómputo encendidos fuera de horario, el consumo de energía eléctrica y sus costos. Se produjo una reducción de equipos en un 22.70% con respecto al mes con su configuración anterior, todavía existiendo 18.69 equipos activos registrados. De igual manera hubo una disminución en energía del 17.89% y un costo respectivo del 17.89%

4.2.2 PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN EN EL CENTRO DE DATOS

La implementación de las tecnologías verdes en el centro de datos busca la reducción en el consumo de energía de los servidores, equipos de telecomunicaciones, aire acondicionado y en la iluminación por diferentes métodos y propuestas. Esta investigación está enfocada a reducir la cantidad de servidores físicos que consecuentemente, reducirá el consumo energético propio del centro, por medio de consolidación de servidores.

Después de analizar la información recabada por el software de monitoreo sobre la actividad de los servidores como su porcentaje de utilización, capacidad de procesamiento, utilización de memoria RAM, espacio en disco duro y tráfico en la red, así como las aplicaciones y servicios que soportan para la continuidad en la operación de la organización, será posible utilizar la técnica más adecuada. El diagrama 4.28 muestra los cinco servidores con sus respectivas aplicaciones instaladas en cada uno de ellos.

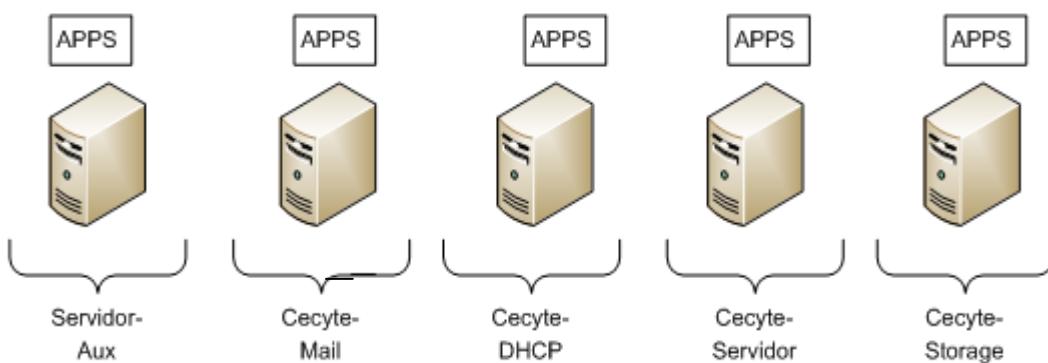


Figura 4.28 - Servidores en el centro de datos.

La solución propuesta es la de consolidación. Los servidores Cecyte-Mail y Cecyte-DHCP se les propone que sean consolidados sus aplicaciones y migradas hacia el servidor Servidor-Aux. Con esta migración el servidor estará dando los servicios de DHCP y la de soporte al aula virtual, además de la aplicación que ya tenía asignado, basando esta migración en el análisis sobre el comportamiento del rendimiento del los

propios servidores resultante de la información de monitoreo, el diagrama 4.29 muestra un ejemplo de cómo quedaría el centro de datos después de la consolidación.

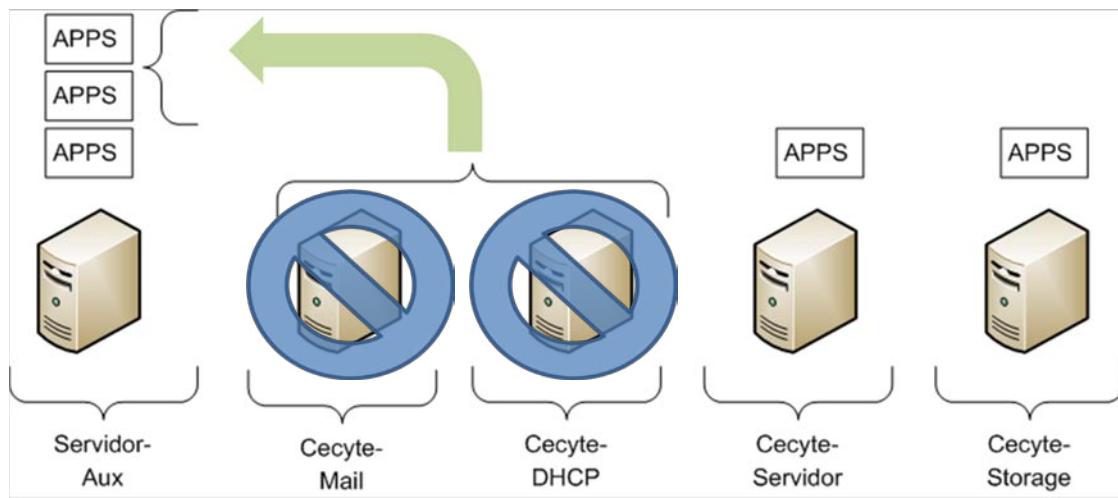


Figura 4.29 - Solución propuesta para el centro de datos.

Eliminando estos dos servidores se reduce el consumo energético en el centro de datos, además de eliminar dos servidores físicos. Haciendo un cálculo sobre el consumo producido por esta solución, la tabla 4.9 presenta los cambios hechos en KWH y costos.

Tabla 4.9 - Consumo KWH y costos mensual en servidores, propuesta.

	Servidor-Aux	Cecyte-Servidor	Cecyte-DHCP	Cecyte-Mail	Cecyte-Storage	TOTAL
KWH	137.952	135.144	-	-	152.784	425.88
COSTO	\$ 167.66	\$ 164.25	-	-	\$ 185.68	\$ 517.59

Con esta implementación los ahorros producidos, dentro del mes que se analizó, serían de un 31.88% de reducción de energía, en KWH; y un 31.88% de reducción en costos.

4.3 Huella de Carbono

El consumo de energía por los equipos de cómputo y servidores en la dirección general de Cecyte, durante el periodo de análisis inicial, de 30 días, fue de 4806.73 KWH, equivaliendo en la producción de 3.3 toneladas de dióxido de carbono. Después de la aplicación en la configuración de administración de energía y tomando la recomendación hecha en el centro de datos, se puede tener un consumo de energía de 3873.58 KWH, siendo su equivalente en producción de CO₂ de 2.7 toneladas, este cálculo fue realizado utilizando la calculadora de equivalencias de gases de invernadero que provee la EPA (2011).

El ahorro obtenido en el consumo de energía eléctrica, en la comparación de los periodos analizados, es de un total de 933.15 KWH o 0.645 toneladas de CO₂ de reducción. La página de la EPA (2011), en su calculadora de equivalencia de gases de invernadero, nos ofrece unas equivalencias en el consumo de 933.15 KWH, esto es equivalente a:

- Emisiones anuales de gases de invernadero producidas por 0.126 vehículos.
- Emisiones de CO₂ por el consumo de 273.68 litros de gasolina.
- Emisiones de CO₂ por el consumo de 1.5 barriles de petróleo
- Emisiones de CO₂ por el consumo de electricidad en 0.078 casas por un año.
- CO₂ absorbido por 16.5 árboles, con un crecimiento de 10 años.
- Emisión de gases de invernadero evitado por reciclar 0.225 toneladas de desperdicios en lugar de enviarlos al relleno sanitario.

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

En este capítulo se discutirá la información obtenida por la utilización de las tecnologías verdes, que fue descrita en el capítulo anterior. Se analizará la información encontrada durante el monitoreo e inventario hecho a la Dirección General de Cecyte y al plantel Xochimilco de la misma organización.

5.1 Discusión

Según la información recabada durante el inventario hecho en los equipos de la institución, se encontraron diferencia entre los equipos de cómputo de la Dirección General de Cecyte y los laboratorios del plantel Xochimilco, esto debido a que son dos ambientes diferentes de trabajo y que son administrados por dos diferentes departamentos o encargados de informática, por lo tanto emplean configuraciones, guías de procedimientos o soluciones distintas, sin embargo trabajan en conjunto, pero ninguna cuenta con procedimientos sobre la administración de energía en los equipos de cómputo.

Para el caso de los laboratorios del plantel Xochimilco, la administración de energía que presentaba la mayoría de los equipos de cómputo, contenía una configuración básica que ya venía predeterminada por default por el sistema operativo instalado.

Por su parte, en la DG de Cecyte, la administración de energía de los equipos fue muy diferente y variada, en este caso del total de 99 equipos inventariados, el 72.72% presentaban al menos una opción activa en el equipo y el 27.27% no presentaba alguna opción. La mayor parte de las configuraciones activas en los equipos de cómputo, estaban asignadas al monitor y solo el 34.35% de los equipos tenía un configuración para la suspensión del equipo; siendo esta ultima característica la de mayor consumo de energía y es en donde se pudiera obtener un mayor beneficio para el ahorro de energía.

De acuerdo a Roberson et al (2004), en el 90% de los equipos no se tienen activadas las opciones de administración de energía o una correcta configuración, en este caso tomando en cuenta a la suspensión como la opción más importante, muestra que la menos el 65.65% de los equipos no tienen activada esta opción, y en los equipos que si tienen un tiempo asignado, no necesariamente tienen una asignación correcta en base a la configuración que fue aplicada en la segunda etapa de esta investigación.

En el monitoreo que se realizó a los laboratorios A y B del plantel Xochimilco, la infraestructura tecnológica en la que se basaba cada red de cada laboratorio dificultó la obtención de información continua y de alta confiabilidad; los principales problemas que se presentaron fueron la falla en los dispositivos de interconectividad, que hacían perder la comunicación entre las equipos de cómputo y el software de monitoreo, apagones que inhabilitaban al servidor y se suspendía el monitoreo por un tiempo, problemas en el cableado estructurado, fallas propias de cada equipo de cómputo y la falta de respuesta inmediata a la solución de estos problemas en ambos laboratorios, hacían difícil la obtención de información continua y clara. Al realizar el análisis de la información se encontró inexactitud en la información recabada y fue imposible realizar el monitoreo de nueva cuenta, ya que los laboratorios fueron desmantelados y removidos debido al mantenimiento al edificio en su estructura de manera general, desconociendo con certeza el restablecimiento de nuevo de los laboratorios de cómputo. Por lo tanto se presenta la información obtenida por el monitoreo en su primera etapa y su análisis respectivo, pero sin mostrar los resultados por la configuración en la administración de energía en los equipos, ya que no se podría realizar una comparativa apropiada de resultados.

Se pudo constatar que en los laboratorios A y B, los equipos de cómputo activos que se tuvieron en el periodo de tiempo del monitoreo, mostraron actividad fuera de horario de clases, en la noche por ejemplo, así como fines de semana donde se supone no exista actividad alguna en los propios laboratorios. Lo anterior demuestra que a pesar de tener activas cierta configuración de energía en los equipos aun así algunas de ellas no responden a tal programación y que existe trabajo por realizar para su correcto funcionamiento.

En el caso de DG Ceyte, en la primera etapa, existen en promedio 68.65 equipos de cómputo encendidos durante todo el día de manera normal y revelando que fuera del horario laboral, existen en promedio 24.18 equipos encendidos, estos consumiendo energía eléctrica sin ser estos utilizados para realizar un trabajo en específico, puesto que ya no existe personal laborando en las instalaciones.

Para el comportamiento del fin de semana del mismo periodo, se presentaron también en promedio 18.58 equipos encendidos los cuales operaron bajo condiciones normales de trabajo. Este comportamiento a deshoras, muestra que estos equipos no cuentan con una configuración de administración de energía correcta o que fue deliberadamente deshabilitada por alguna razón. Según Mingay (2007) el 60% de las computadoras son dejadas encendidas después de las horas de trabajo, pero en esta investigación se encontró que en promedio el 33.20% del equipamiento de computo, permanecen encendidas de lunes a viernes, esto, posiblemente debido a que los usuarios de la organización tengan una cultura por el ahorro o reducción de gastos.

Al conocer esta cantidad de equipos operando bajo un horario fuera de lo normal se realizó un análisis para conocer que equipos son los que permanecen encendidos y se encontró que gran parte de ellos pertenecen al mismo departamento de informática. Investigando más al respecto con el mismo departamento sobre el motivo por el cual no apagan los equipos al terminar el día laboral y en fines de semana, se dijo que es para pudieran acceder a su máquina desde fuera de la organización. El departamento utiliza un software que les permite tener accesos a su computadora de manera externa, la aplicación se llama LogMeIn la cual mediante una cuenta personalizada en la página de internet de la compañía les permite tener acceso a su computadora desde cualquier parte fuera de la red de DG Cecyte.

Con el propósito de evitar que el equipo estuviera encendido cuando no sea utilizado, se uso una de las características del propio programa denominada Wake-On-Lan (WOL), que también es soportado por los equipos de cómputo, la cual permite poner en suspensión el equipo exceptuando la tarjeta de red, la cual podrá reactivarlo nuevamente en caso de ser así solicitado. Sin embargo, siguiendo las instrucciones dadas por el soporte técnico en la página web del software el equipo no respondió

adecuadamente a tal característica, se realizaron varias pruebas sin obtener resultados favorables.

Después del inventario sobre el estado en la administración de energía y su respectivo monitoreo a los equipos de cómputo de DG de Cecyte, en la segunda etapa, se aplicó una configuración uniforme en la administración de energía de las computadoras. La asignación de tiempos hecha, permite mantener una similitud en la administración de energía ya que utilizan el mismo plan de ahorro de energía en todos los equipos de la organización. La Energy Star (2009), sugiere una configuración de 30 min para el monitor y 60 min para la suspensión, o un tiempo menor para un mayor ahorro. Considerando estas recomendaciones hechas por la EPA y por otros autores, para este caso se seleccionó una configuración de 15 min. para el monitor, 30 min. para la suspensión del equipo y 120 min. para hibernación. En el caso de los laboratorios del plantel, aunque los equipos ya presentaban una configuración activa, ésta fue diferente a la establecida durante la aplicación de un plan de energía más óptima para el laboratorio de cómputo, donde de igual manera se siguieron las recomendaciones anteriores y debido a que los laboratorios están en constante uso por diferentes alumnos y por un periodo más corto de tiempo se selecciono un configuración más agresiva de 5 min. para el monitor, 15 para suspensión del equipo y 60 min para hibernación.

La nueva forma en la administración de energía intentó obtener un ahorro o uso eficiente en el consumo energético del equipo y evitar que permanezcan encendidos durante el tiempo que no son utilizados, como en horas no laborales. Después de haber realizado el monitoreo a los equipos con la nueva asignación de tiempos, la reducción de estos fue de 22.70% con respecto al mes con su configuración anterior, existiendo un área de oportunidad a reducir de 18.69 equipos encendidos en promedio, dentro de estos se encuentran las computadoras del departamento de informática, entre otras, las cuales no respondieron a las modificaciones implementadas o que tal vez fueron reconfiguradas por el propio usuario, impresoras en red que aunque fueron modificadas para que en 15 minutos entraran en modo de ahorro de energía, aun así permanecen a la espera por trabajos por imprimir, consumiendo energía en este modo.

Aun con las modificaciones realizadas, tanto a equipos de DG Cecyte y plantel Xochimilco, se encontró que en algunos equipos no respondían al estado de suspensión, ni de hibernación después del tiempo establecido para hacerlo. Además, se encontraron diversas fuentes de origen a esta problemática, entre ellos no tener los drivers correctos instalados en las computadoras; la configuración de administración de energía en la tarjeta de red, la cual estaba activado el campo de aceptar cualquier paquete para despertarla, por lo tanto el mismo tráfico de la red local interrumpía el proceso de suspensión, esto en los equipos con Windows XP. Por otra parte, algunos dispositivos USB conectados a las computadoras impedían la suspensión de esta, por lo que era necesario reconfigurar el dispositivo USB en sus propiedades. Durante la búsqueda de las soluciones a la problemáticas se encontró que ciertos programas que permanecían activos en el equipo impedía el proceso de suspensión.

La disminución en el consumo de energía y su costo fue del 17.89% y 17.89% respectivamente, de haber asignado una configuración más agresiva, así como también de haber eliminado los equipos encendidos innecesariamente en fines de semana y fuera del horario laboral se obtendría una ganancia mayor. Sin embargo a pesar de las aplicaciones técnicas o cambios implementados por el departamento de informática, existen dispositivos o casos en los cuales salen del control directo por parte de ellos, por ejemplo equipos de cómputo e impresoras fuera de la red, escáneres o cualquier otro periférico que sean usados por los usuarios. Estando de acuerdo con Nunn, Hersch, Bonecutter (2008), que es responsabilidad de los administradores de las TI que den a conocer su iniciativa verde al personal administrativo para que ellos también tomen acciones en pro del ahorro y uso eficiente de la energía, traduciéndose esto en mayor beneficio para la organización.

Continuando con lo anterior, es importante establecer monitoreo cada ciertos periodos de tiempo (Harenchar, 2008), para detectar fallas en la configuración y buscar soluciones a los problemas que se presenten para tener un ahorro de energía y uso eficiente de esta.

Esta información indica que la administración de energía en los equipos de cómputo no ha sido bien adoptada por los administradores de las TI (Mitchell, 2008), al igual que no

se tienen manuales o protocolos a seguir sobre esta configuración cuando se instala o ingresa una computadora a la organización, por lo tanto, permaneciendo los equipos de cómputo sin una administración de energía adecuada y solo la creada por default en la instalación del sistema operativo, por el fabricante del equipo o establecida por el propio usuario de la computadora. El desconocimiento del comportamiento (Webber & Wallace, 2009) y la utilización de la energía en sus equipos lleva a ignorar mejores prácticas para el ahorro y eficiencia energética.

El comportamiento de los equipos encendidos mencionados anteriormente tiene un impacto en costos y en consumo de energía directo por no existir un plan de ahorro de energía y uso eficiente de ella implementado.

En este caso de análisis, el área de oportunidad que pretende atacar las tecnologías verdes es el de eliminar el desperdicio o la ineficiente utilización de energía eléctrica en los equipos de cómputo. Del total de energía consumida por las computadoras monitoreadas en la DG de Cecyte, que es de 4181.49 KWH dentro del periodo de análisis del mes de septiembre, el 43.62% de esta es consumido por equipos que operan fuera de un horario laboral sin estar realizando ningún trabajo. Para una mejor apreciación de la utilización de energía y el desperdicio de ella es necesaria la traducción de KWH a costos. Del costo total por el consumo de energía eléctrica que se gasta en la utilización del equipo de cómputo monitoreado, el 43.62% de este gasto lo proporcionan los equipos encendidos a deshoras del horario de trabajo y los fines de semana donde no se labora en la organización. Conocer los costos que tiene el equipo de cómputo es de importancia (Harenchar, 2008), para conocer la problemática y aplicar acciones que logren eliminar la generación de costos por el desperdicio de energía al no ser bien utilizado o configurados los equipos.

En el caso del centro de datos, específicamente los servidores, fueron monitoreados para conocer su comportamiento y rendimiento de sus recursos durante el periodo de prueba, en el cual fueron sometido a una carga de trabajo típica por el personal que labora en la organización o quienes los utilicen. Este análisis sobre los servidores permitió conocer sus capacidades para que se pudiera implementar virtualización y/o consolidación de servidores o aplicaciones.

Los resultados mostraron que la utilización del procesador en el cumplimiento de sus funciones fue baja en todos los servidores, su promedio de utilización fue del 2% en los servidores de modelo más reciente y que aun así en los servidores con menor poder de procesamiento, el máximo fue de 4% en promedio. Se presentaron picos de actividad mínimos y máximos en el uso del procesador donde también son bajos presentando un máximo de 11.92% en uno de ellos. Rara vez las aplicaciones que corren en un servidor utilizan su máxima capacidad de procesamiento que puede ofrecer (Webber & Wallace, 2009). Estas mediciones indican que se está desperdiciando el uso del procesador la mayoría del tiempo, teniendo el poder de procesamiento para realizar más tareas o actividades alternas a los que están realizando actualmente.

En cuestión del uso de la memoria RAM la mayoría de ellos no presentó un problema crítico de falta de ella, a excepción del servidor Cecyte-Servidor donde la disponibilidad fue nula en algún momento, en cuestión de utilización y de soporte a aplicaciones, este servidor contiene una base de datos principal dando servicio a la mayor parte de las aplicaciones que brinda la organización a diferentes proyectos. Así también en el caso de la utilización de espacio en el disco duro el único que presentó un problema crítico fue este mismo servidor donde tuvo un pico máximo por falta de espacio del 0% y manteniendo un promedio mensual de 13% de disponibilidad, sin embargo a pesar de estas deficiencias estos servidores pueden soportar actualizaciones para la instalación de memoria RAM así como de espacio en discos duros, y este servidor dispone de espacio físico para una actualización de este tipo.

El análisis sobre el comportamiento y utilización de los recursos de los servidores permitió presentar una propuesta de consolidación de servidores y obtener una reducción en la población del centro de datos. El no aprovechamiento del total de recursos que posee, en este caso, el Servidor-Aux hace posible que pueda adoptar los servicios que Cecyte-Mail y Cecyte-DHCP tenían asignados, haciendo posible la eliminación física de estos y reducir el consumo energético del centro de datos. Sin embargo, posiblemente es necesario realizar una actualización en recursos de memoria RAM y disco duro en un futuro para dar el soporte debido a estas nuevas aplicaciones, aunque actualmente estos servicios consumen muy pocos recursos. Por

la aplicación de esta propuesta presentada para el centro de datos, se puede llegar a obtener una reducción del 31.88% en costos y en el consumo de energía.

5.2 CONCLUSIÓN

Los resultados dados por esta investigación mostraron que no se sigue una iniciativa que apoye a la reducción y usos eficiente de la energía en los equipos de cómputo de la organización, en DG de Cecyte así como el plantel Xochimilco, y que además por realizar pequeños cambios en la configuración de administración de energía y de analizar el rendimiento de sus servidores se puede obtener beneficios considerables en ahorro de costos.

Uno de los objetivos propuesto por este trabajo de tesis fue la de proporcionar la efectividad que tiene al realizar esta implementación, beneficios como el ahorro de energía y sus costos producidos, además de su impacto ecológico. Durante la investigación se descubrió que permanecían equipos encendidos durante la noche o fuera del horario de labores habitual en la organización, estos equipos ya sean porque fueron dejados deliberadamente encendidos o porque no contaban con una administración de energía adecuada, generaban un consumo ineficiente por no ser utilizados. Después de realizar algunos cambios debido a la implementación se redujo en un 17.89% por su costo de operación. En el centro de datos, se presento una propuesta para la reducción de servidores físicos, en base al análisis del rendimiento de cada uno de ellos, sugiriendo la consolidación de aplicaciones de dos de sus servidores y obtenido una reducción del 31.88% a los costos de consumo de energía eléctrica.

Aplicando una política de administración de energía a los equipos de la organización es algo que puede ser implementado sin mucho esfuerzo ni inversión, ya que estas herramientas las tiene integrado el sistema operativo del propio equipo, y como se observó los beneficios fueron notables. En el caso del centro de datos, se decidió optar por la consolidación la cual no representa ningún tipo de costos para realizar la transferencia de aplicaciones, sin embargo será necesaria la adquisición de recursos para ampliar su capacidad técnica del servidor y poder soportar las nuevas

aplicaciones que serán migradas sin ningún problema. Realizar los cambios y la utilización de herramientas no requieren de una inversión económica significante, las modificaciones se pueden realizar utilizando herramientas existentes o software libre.

Además del trabajo realizado en esta investigación es necesario dar continuidad a las iniciativas planteadas, ya que todavía existen áreas de oportunidad en el ahorro y uso eficiente de la energía así como en otras áreas donde la meta es reducción de costos y ser amigable con el medio ambiente. Por lo tanto se presentara un manual de seguimiento de buenas prácticas y de recomendaciones para los administradores de las TI de la organización, al igual que a los usuarios, permitiendo que se comprometa el personal administrativo a las acciones tomadas ayudando a la ejecución de ellas. La continuidad de este tipos de proyectos y promoción de iniciativas propuestas por el departamento de las TI, ayudaran a conseguir reducciones de costos y mejoramiento de procesos en la organización.

La información presentada en esta investigación promueve la reducción del consumo energético debido a la ineficiencia de su uso, implementando políticas de buenas prácticas y apoyándose de otras herramientas tecnológicas, aunque este estudio fue realizado en la Dirección General de Cecyte y en el plantel Xochimilco, se pretende que sea replicado a los demás planteles existentes y a sus laboratorio de cómputo, con esto se podría multiplicar los ahorros y beneficios.

5.3 RECOMENDACIONES Y TRABAJO A FUTURO

Este trabajo ha tenido la finalidad de demostrar los beneficios producidos por la utilización y configuración en la administración de energía en los equipos de cómputo para el ahorro y uso eficiente de esta, así como el monitoreo de la actividad de los servidores en el centro de datos para la creación de una propuesta en la reducción física de algunos de ellos, sin embargo, existen todavía más áreas de acción de las que comprende las tecnologías verdes que se pueden aprovechar para seguir obteniendo beneficios; las cuales también, ayudarán a crear áreas de oportunidad que deberán ser

aprovechadas y puestas en práctica por parte de los administradores de las TI de la organización.

A continuación se presentan recomendaciones orientadas a la implementación por parte de los administradores de las TI, así como acciones las cuales pueden ser iniciadas de manera inmediata por los usuarios de equipos de cómputo de la organización, estas fueron basadas en las recomendaciones hechas por diferentes autores y recopiladas durante esta investigación (Lamb, 2009; Webber & Wallace, 2009; Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Dinamarca (2009); Transformational Government, 2009). Estas son:

Equipos de cómputo

- Utilizar software que sea compatible con las características del ahorro de energía del equipo: el software deberá ser compatible e interactuar con las funciones de ahorro de energía, permitiendo a este entrar a sus estados de ahorro de energía en su tiempo programado y sin interrumpir las funciones del propio software.
- Aplicar una configuración en la administración de energía en los equipos: al establecerla se evita el desperdicio de energía en un periodo largo de inactividad, tanto para el monitor como para la computadora.
- Remover los protectores de pantalla interactivos, dejar trabajando un monitor con esta característica consume la misma cantidad de energía que cuando la pantalla continúa en uso normal.
- Apagar los equipos después de las horas laborales, fines de semana y periodos de ausencia: al dejar los equipos encendidos después de este tiempo, pueden consumir más del doble de energía que durante las horas normales de actividad.
- Reutilizar el equipamiento que no está siendo usado: si no se puede reusar deberá reciclarse o hacer una disposición ecológica de él. Del total de la energía eléctrica usada en el ciclo de vida de una computadora, la mayor parte de ella es utilizada para su manufactura, distribución para su venta y disposición;

extendiendo la vida de este, se ahorra en energía y materiales, así como costos de compra.

- Comprar equipos energéticamente eficientes: no sobre especificar los requerimientos de las computadoras durante el proceso de adquisición ya que podrían consumir electricidad más de la necesaria, por su utilización en funciones básicas con una diseñada para otros trabajos. Así como también, la adquisición de fuentes de poder de al menos 80% de eficiencia en la conversión de electricidad CA a CD, evitando así la pérdida de energía en forma de calor.
- Utilizar interruptores temporizadores a equipamiento que no tenga características de ahorro de energía: no todo los equipos de TI pueden apagarse automáticamente o entrar en modos de ahorro de energía, estos interruptores pueden cortar la energía automáticamente ahorrando hasta dos tercios de su consumo diario si son dejados encendidos las 24 horas del día.
- Realizar una impresión verde utilizando dúplex y escala de grises: reduciendo la cantidad de impresiones se ahorrar dinero y energía. La impresión a doble cara y la utilización de escala de grises deberá utilizarse por default.
- Optimizar el tiempo ahorro de energía de impresoras: si se utiliza una buena configuración de energía se podría disminuir el tiempo en el cual permanecen encendidas
- Consolidar impresión: reducir la cantidad de impresoras y reemplazarlas con multifuncionales conectadas a la red, además de combinarlas con copiadoras, faxes, escáneres, etc., significa la reducción de energía eléctrica. El tener pocas impresoras reduce el mantenimiento así como sus costos.

Centro de datos

- Utilizar virtualización en el almacenamiento de datos e implementar una administración adecuada para su rendimiento.
- Utilizar virtualización de servidores: analizar la población de servidores instalados para detectar los que son pocos usados o con bajo nivel de operación, los cuales pueden ser transferidos por medio de servidores virtuales.

- Apagar servidores fuera de servicio.
- Cuando se diseñe y se proporcione nuevos servicios, utilizar servidores virtuales y evitar la creación e implementación de uno nuevo físico, con esto e ahorro en costos de hardware, de energía durante su periodo de operación así como el espacio físico en el centro de datos.
- Implementar soluciones de almacenamiento escalonado, mucha de la información que se encuentra en los discos es raramente consultada.
- Reducir el enfriamiento del centro del datos a niveles apropiados e incrementar la temperatura ambiente del cuarto, investigaciones han mostrado que el incremento de temperatura en el centro de datos no incrementa los riesgos de fallas potenciales, a comparación como se tenía pensado.
- Utilizar servidores de bajo consumo de energía y de alta eficiencia.
- Re utilizar equipamiento que todavía puede aprovecharse.
- Audit el centro de datos: identificar las diferencias entre el diseño físico actual y el diseño optimo, que podría maximizar la efectividad por parte de las unidades de enfriamiento, un poco más del 20% de reducción en enfriamiento puede ser alcanzado.

Algunas de las recomendación hechas, pueden tener una acción inmediata de implementación y por lo tanto tener resultados positivos, también inmediatos. Y algunas otras pudieran ser a mediano y largo plazo, las cuales tendrán que ser ejecutadas por el departamento de informática. Para medir el resultado y el beneficio producido por algunas de la recomendaciones es necesario la creación de un plan para medir el resultado y tener un comparativa del antes y después, tal como se hizo en esta investigación.

Como se comentó anteriormente, una vez implementadas acciones verdes en pro del ahorro y eficiencia energética es necesario involucrar a todos los usuarios de la organización para que cooperen con el esfuerzo hecho, por lo tanto es indispensable darlo a conocer junto con algunas de las recomendaciones para que ellos, los usuarios,

colaboren y ejecuten estas acciones. A continuación se presentan propuestas de recomendación para los usuarios de la organización.

Ahorro y uso eficiente de la energía.

- Los protectores de pantalla no ahorran energía.
- Habilitar la administración de energía.
- Apagar la computadora o periféricos si no se encuentran en uso.
- Apagar los equipos después del horario laboral y fines de semana.
- Ver formas de reducir la cantidad de tiempo que su computadora esta encendida sin verse afectada su productividad.
- Romper el hábito de encender la computadora en cuanto se llegue a laborar cada día, a menos que se requiera acceso inmediato a su ella.
- Si utiliza una impresora laser, no encenderla hasta el momento que se esté listo para imprimir.
- Apagar completamente su sistema de cómputo (CPU, monitor, bocinas e impresora, etc.) o al menos su monitor e impresora cuando usted vaya a su hora de comida, salga de la oficina a una junta o por un periodo largo.
- Planear las actividades que se harán en la computadora, para que se puedan realizar de una sola vez y mantener el equipo apagado el tiempo restante.

Otras prácticas de Green IT, reducción en el desperdicio del papel.

- Imprimir lo menos que sea posible.
- Revisar y modificar los documentos en la pantalla y use la vista previa del documento. Reduzca al mínimo el número de copias impresas y borradores en papel. En lugar de imprimir salve la información en discos o dispositivos de almacenamiento como memorias flash USB.
- Recicle papel.
- Comprar y utilizar el papel reciclado en las impresoras y copiadoras.
- Salvar el e-mail lo mayor posible y evite la necesidad de imprimirllos.
- Utilizar el e-mail en lugar de enviar faxes.

- El papel que es usado por un solo lado, puede usarse para tomar recados.
- Cuando se imprima o fotocopie documentos utilice ambos lados del papel. Si es posible utilícela función dúplex de las impresoras, con la cual se puede imprimir en ambas caras de la hoja.
- Cuando existan circulares con información general, este se puede compartir dentro de la oficina haciéndolos circulares en lugar de hacer documentos para cada persona. Esto también puede hacerse fácilmente por correo electrónico.

Recomendación en la adquisición de equipo nuevo.

Antes de realizar una compra de equipo nuevo, considerar las siguientes preguntas:

- ¿Deber necesita una nueva computadora o impresora?
- ¿Se puede alcanzar sus necesidades actuales sin realizar una actualización del equipo existente?
- ¿Puede buscar una solución en software en lugar que en hardware?
- Si se necesita un nuevo equipo, adquirir uno eficiente. Consultar al departamento de informática para la selección del equipo, utilizando la herramienta EPEAT.
- Compre únicamente equipos certificados por la Energy Star.
- Adquirir un monitor únicamente del tamaño que necesite.
- Comprar impresoras de tinta, no láseres. Estas utilizan de 80 a 90 por ciento menos de energía y la calidad puede ser excelente.
- Conectar las impresoras a la red y compartirlas para que puedan ser usadas por los demás.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 80Plus (2010), "What is 80 Plus", (*80PLUS*). Recuperado el 17 de Marzo de 2010, de
<http://www.80plus.org/80what.htm>
- Belady, Christian; Rawson, Andy; Pfleuger, John; Cader, Tahir (2008) "Green grid data center power efficiency metrics: PUE and DCIE" (*The Green Grid*). White paper #6.
- Bradford, MacDonald; Davidson, Kyle; Lopez, Martin. "PC Power Mgmt. Programs Reduce Energy Costs by 40%". En "System & Network Management Journal", num. 12, vol. 21, 9 de junio del 2009. Pp. 1.
- Carter, Phillip (2008), "Why Green IT Makes Business Sense", (*Lenovo*).
Recuperado el: (2009 Noviembre 04).
<http://www.lenovo.com/news/th/en/webcast/IDCVI-philipCarter/files/WhyGreenIT.pdf>
- Deloitte (2009, Marzo), "Green IT". (Deloitte). Recuperado el: 07 de noviembre de 2009, de
www.deloitte.com/assets/Dcom-Shared%20Assets/Documents/us_consulting_ti_GreenIT_200807_v2.pdf
- DOE (2011), "Fossil Fuels", (Department of Energy). Recuperado el 05 de febrero de 2011, de <http://www.energy.gov/energysources/fossilfuels.htm>
- Drakos, Nikos & Paquet, Raymond (2009, Julio 1), "Technology Trends You Can't Afford to Ignore", (Gartner). Recuperado el: (2009 octubre 28).
http://my.gartner.com/it/content/1031300/1031312/july1_technology_trends_you_can_afford_ignore.pdf
- Energy Star (2009), "ENERGY STAR Version 5.0 System Implementation", Whitepaper, Document number: 321556-001.
- Energy Star (2009a), "History of ENERGY STAR", (*Energy Star*). Recuperado el 16 de noviembre de 2009, de http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=about.ab_history
- EPA (2007), "Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency Public Law 109-431", (*ENERGY STAR*). Recuperado el: (2009 Noviembre 16).
http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/EPA_Datacenter_Report_Congress_Final1.pdf

- EPA (2011), “Greenhouse Gas Equivalencies Calculator”, (ENERGY STAR). Recuperado el: (2011 Febrero 25). <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/calculator.html>
- EPEAT (2010), “Frequently Asked Questions”, (EPEAT). Recuperado el: (2010 Marzo 17). <http://www.epeat.net/FAQs.aspx>
- Gartner (2009), “Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technologies for 2010”, (Gartner). Recuperado el: (2009 Noviembre 5). <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1210613>
- Harenchar Ruth, 2008. “Green Computing – the CIO’s Role”. Julio 10-11 2008.
- Hewlett-Packard Corporation, Intel Corporation, Microsoft Corporation, Phoenix Technologies Ltd., Toshiba Corporation (2009), “Advanced Configuration and Power Interface Specification”, (ACPI). Recuperado el: (2010 Marzo 17). <http://www.acpi.info/DOWNLOADS/ACPIspec40.pdf>
- Lamb, John (2009), “The greening of IT: How companies can make a difference for the environment”. EUA: Pearson plc.
- Mines, Christopher (2008), “The Dawn of Green IT Services”, (FORRESTER). Recuperado el: (2009 Noviembre 16). <http://www.accenture.com/NR/rdonlyres/24ABF590-558E-42E6-B78B-143AFCF81A23/0/TheDawnOfGreenITServices.pdf>
- Mingay, Simon (2007), “Green IT: A New Industry Shock Wave”, Gartner RAS Core Research Note G00153703.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Dinamarca (2009), “Green IT in your company – ideas and inspiration for a greener profile”. Copenhague: National IT and Telecom Agency
- Mitchell, Robert L. (2008) “Get Up to Speed on Green IT”. [Opúsculo]. Estados Unidos de América: Computerworld Lear-Fast Guide.
- Murugesan, San. “Harnessing Green IT: Principles and Practices”. En: “IT Professional”, num. 1, vol. 10, Enero-Febrero del 2008. Pp. 24-33.
- Nunn, Stephen; Hersch Dale R. & Bonecutter Rockwell C. (2008). “The business case for a greener IT agenda”. En “Outlook, The journal of high-perfomance business”. Num. 2, Mayo 2008. Pp 1-8.

Radicke, Johannes; Roden, Bjorn & Yunke Liu (2009). “*Exploring views on data centre power consumption and server virtualization*”. Tesis de Maestría, Lund University, Suecia.

Reid, T.R. (1992, 16 Noviembre). EPA Nudges firms to take the lead in green computing. *Washington Post*.

Roberson, Judy A.; Webber Carrie A.; McWhinney Marla C.; Brown Richard E.; Pinckard, Margaret J. & Busch, John F. (2004). “After-hours Power Status of Office Equipment and Energy Use of Miscellaneous Plug-Load Equipment”, Lawrence Berkeley National Laboratory LBNL-53729-Revised.

Rubens, Paul; Robb, Drew; Foltyn Marty; Zaino, Jennifer (2009). “Putting the Green into IT” (An internet.com IT Management eBook). Jupitermedia Corp.

SENER (2011) “Estrategia nacional para la transición energética y el aprovechamiento sustentable de la energía”. Recuperado el: (2011, 02 Febrero). <http://www.sener.gob.mx/res/0/Estrategia.pdf>

TCO Development (2009) “Milestones in the history of the TCO label” (TCO CERTIFIED). Recuperado el: (2009 noviembre 02). <http://www.tcodevelopment.com/>

The Green Grid (2007, 16 Febrero) “*Guidelines for energy-efficient datacenters*”. White paper.

The Green Grid (2010) “About The Green Grid: Our Mission” (*The Green Grid*). Recuperado el: (2010 marzo 17). <http://www.thegreengrid.org/about-the-green-grid/our-mission.aspx>

Thibodeau, Patrick “Environmental Impact: IT Sees the Light on Green Computing”. En: “Computer World”, num 27, vol 42 , 30 Junio del 2008. Pp. 10-11.

Transformational Government (2009). “*Greening Government ICT*” [Opúsculo]. Reino Unido: Cabinet Office

University of Colorado (2008), “Green Computing Guide”, (*University of Colorado Environmental Center*). Recuperado el: (2009 Octubre 28). <http://ecenter.colorado.edu/files/e096916b87cdb9bffca71c813e6f5d3d2313097d.pdf>

Velte, Toby J., Velte, Anthony T. & Elsenpeter, Robert (2008) "Green IT, Reduce your information system's environmental impact while adding to the bottom line". EUA: McGraw-Hill

Vizard, Michael "HOW TO GO GREEN". En: "BASELINE", num 086, Julio del 2008. Pp. 18.

Webber, Lawrence & Wallace, Michael (2009) "Green Tech, how to plan and implement sustainable IT solutions". EUA: AMACOM

GLOSARIO

Bastidor: Un bastidor es destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones. Sus medidas están normalizadas para que sea compatible con equipamiento de cualquier fabricante.

Blade Server: Chasis que contiene múltiples tableros de circuitos electrónicos modulares, en cada uno de ellos incluye procesador, memoria, almacenamiento y conexiones de red y puede actuar como un servidor por si solo. Cada tablero puede ser agregado o removido dependiendo de las necesidades de capacidad, poder, alimentación de energía o tráfico de red.

Centro de datos: Instalación especializada diseñada para guardar y proteger sistemas de computadoras y datos.

CPU: Unidad central de procesamiento, (CPU del inglés Central Processing Unit), o procesador. Es el componente de una computadora que interpreta las instrucciones y procesa los datos contenidos de un programa de computación.

CRT: El tubo de rayos catódicos (CRT del inglés Cathode Ray Tube), tecnología de pantallas que utiliza un tubo de vacío grande, similar al que se usa en los aparatos de televisión.

Estado de Dormir: El estado del sistema son mantenidos en la memoria RAM alimentada por pocos watts de electricidad. El servicio puede preestablecerse rápidamente, sin embargo si toda la alimentación es perdida todo lo almacenado en la memoria RAM es perdido.

Hibernación: Característica que poseen muchos sistemas operativos, que permite que el contenido de la memoria RAM sea escrito en un medio no volátil de almacenamiento (como el disco duro) antes de apagar el sistema. De esta manera, cuando la computadora es nuevamente encendida, el sistema puede continuar exactamente en la misma posición que se dejó al hibernarlo, como si nada hubiese pasado.

Huella de carbono: Una huella de carbono es "la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto".

KWH: Unidad básica de energía eléctrica basada en el poder de 1000 watts por una hora de uso. El kilowatt hora es la energía entregada por la compañía de electricidad que es expresada de esta manera.

Ley de Moore: Describe un término a largo plazo en la historia del hardware de computación. Desde la invención del circuito integrado en 1958, el numero de transistores que puede estar compuesto en un circuito integrado ha crecido exponencialmente, doblando la cantidad en aproximadamente cada 2 años. Esta tendencia no es esperada que se detenga al menos dentro de una década o quizás más.

LCD: Una pantalla de cristal líquido o (LCD del inglés Liquid Crystal Display) tecnología empleada para las pantallas planas de las computadoras y que por lo regular se encuentra en los notebooks.

Memoria RAM: Memoria de Acesso aleatorio, también conocida por sus siglas en ingles RAM (Ramdom Access Memory), es la memoria desde donde el procesador recibe las instrucciones y guarda los resultados. Se puede leer y escribir información. Debe ser refrescada periódicamente para mantener la información en la memoria, como resultado continuamente consume energía.

Servidor: Es una combinación de hardware o software diseñado para proveer servicios a los clientes. Típicamente se refiere a una computadora la cual puede estar corriendo un sistema operativo servidor.

Sustentabilidad: La EPA define sustentabilidad como “satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de futuras generaciones satisfacer sus propias necesidades”.

Tarjeta madre: Es la tarjeta principal de la computadora, tiene instalados una serie de circuitos integrados, entre los que se encuentra al CPU, memoria, ranuras de expansión, bus y controlador de video.

Thin Clients: Es una computadora o un programa de computadora el cual depende totalmente en otras computadoras, un servidor, para cumplir con las funciones de una computadora tradicional.

UPS: Fuente de poder sin interrupciones, también conocido por sus siglas en inglés UPS (Uninterruptible Power Supply), es un dispositivo respaldado por baterías diseñado para dar energía a una computadoras durante apagones, las bajas de voltaje y otras interrupciones de corriente eléctrica.

Virtualización: En informática, virtualización se refiere a la abstracción de los recursos de una computadora, VM (Virtual Machine). Sistema de procesamiento virtual que aparenta ser un dispositivo único de un usuario en particular pero estas funciones consiguen el compartimiento de recursos reales del sistema de procesamiento de datos.

Watt: unidad básica de potencia del sistema internación de unidades.

X86: Término genérico que se refiere a la arquitectura del procesador comúnmente utilizado en computadoras personales y servidores. Es derivado del numero de modelo que termina en “86” de la primera generación de procesadores compatible con el original Intel 8086.

ANEXOS

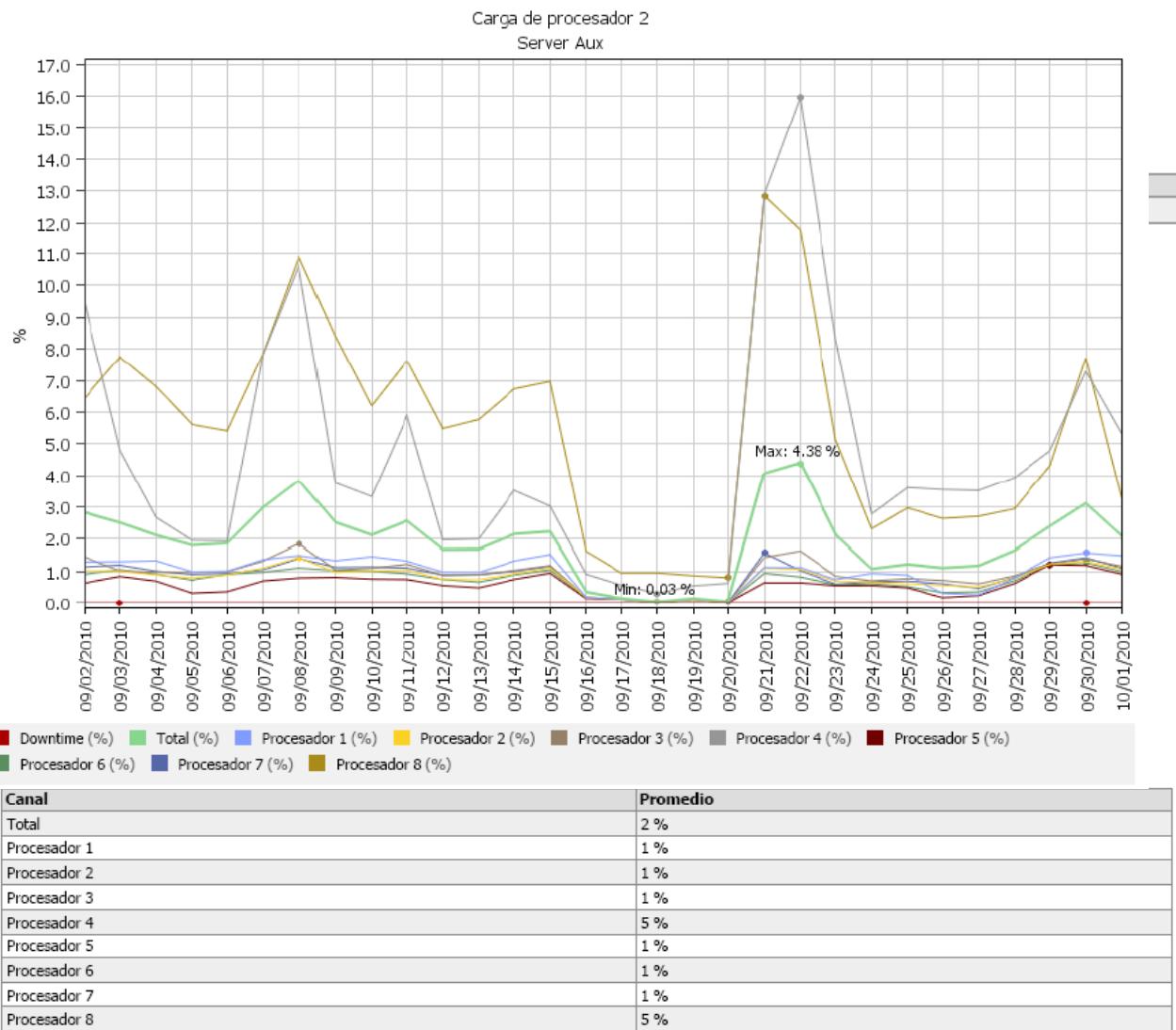
Anexo 1 – Script para Windows XP

```
POWERCFG /CREATE GreenLab
POWERCFG /CHANGE GreenLab /monitor-timeout-ac 10
POWERCFG /CHANGE GreenLab /monitor-timeout-dc 05
POWERCFG /CHANGE GreenLab /disk-timeout-ac 15
POWERCFG /CHANGE GreenLab /disk-timeout-dc 15
POWERCFG /CHANGE GreenLab /standby-timeout-ac 15
POWERCFG /CHANGE GreenLab /standby-timeout-dc 15
POWERCFG /CHANGE GreenLab /hibernate-timeout-ac 60
POWERCFG /CHANGE GreenLab /hibernate-timeout-dc 60
POWERCFG /CHANGE GreenLab /processor-throttle-ac ADAPTIVE
POWERCFG /CHANGE GreenLab /processor-throttle-dc ADAPTIVE
POWERCFG /SETACTIVE GreenLab
```

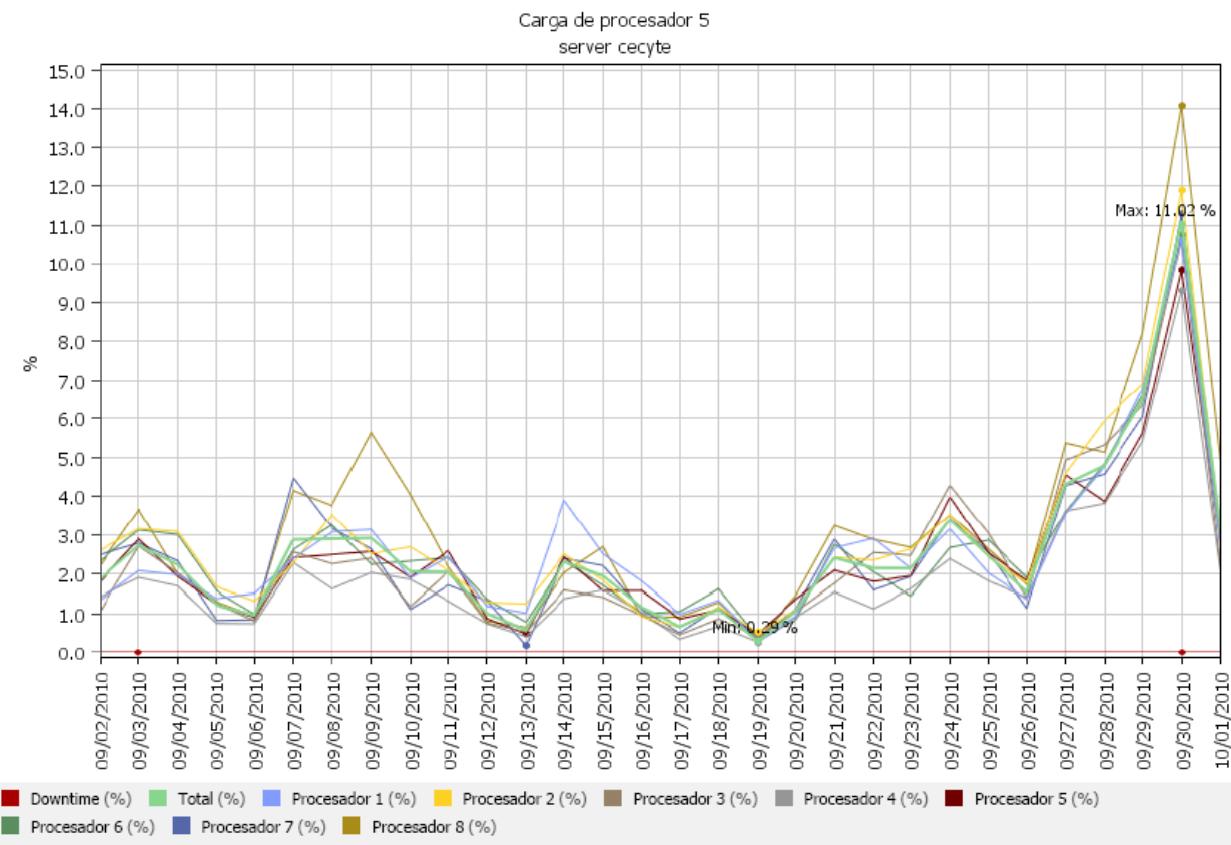
Anexo 2 – Script para Windows 7

```
POWERCFG -DUPLICATESCHEME 381b4222-f694-41f0-9685-ff5bb260df2e
381b4222-f694-41f0-9685-ff5bb260aaaa
POWERCFG -CHANGENAME 381b4222-f694-41f0-9685-ff5bb260aaaa "GreenLab"
POWERCFG -SETACTIVE 381b4222-f694-41f0-9685-ff5bb260aaaa
POWERCFG -Change -monitor-timeout-ac 10
POWERCFG -CHANGE -monitor-timeout-dc 05
POWERCFG -CHANGE -disk-timeout-ac 15
POWERCFG -CHANGE -disk-timeout-dc 15
POWERCFG -CHANGE -standby-timeout-ac 15
POWERCFG -CHANGE -standby-timeout-dc 15
POWERCFG -CHANGE -hibernate-timeout-ac 60
POWERCFG -CHANGE -hibernate-timeout-dc 60
```

Anexo 3 - Procesador, Servidor-Aux

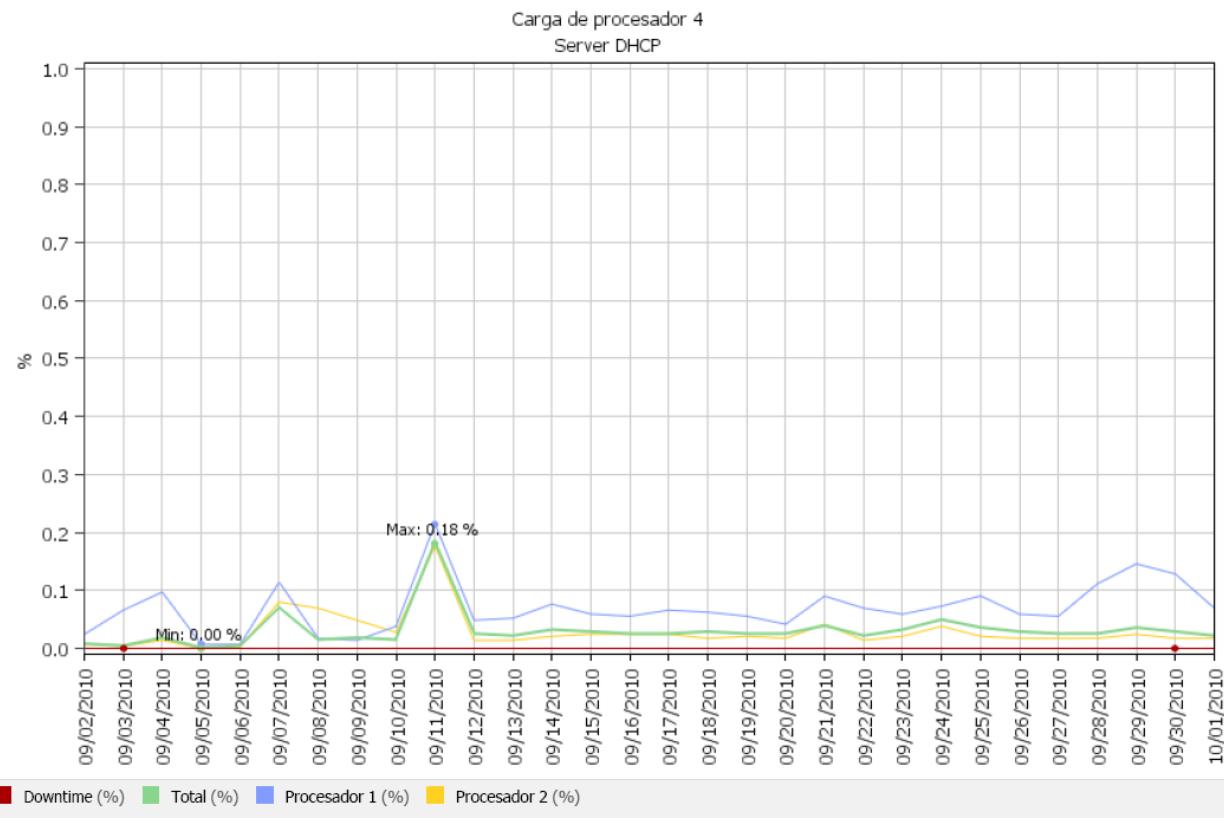


Procesador, Cecyte-Servidor



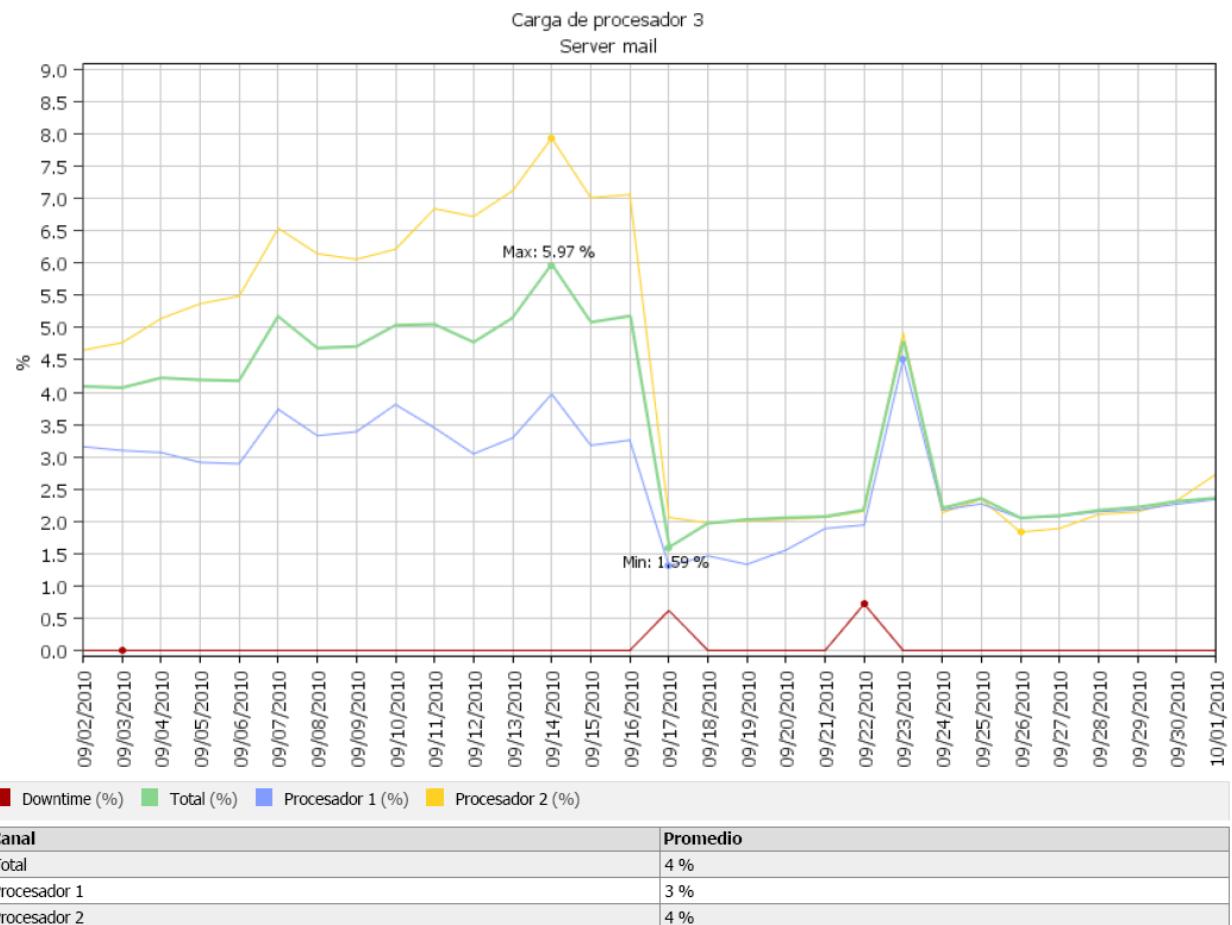
Canal	Promedio
Total	2 %
Procesador 1	3 %
Procesador 2	3 %
Procesador 3	2 %
Procesador 4	2 %
Procesador 5	2 %
Procesador 6	3 %
Procesador 7	3 %
Procesador 8	3 %

Procesador, Cecyte-DHCP

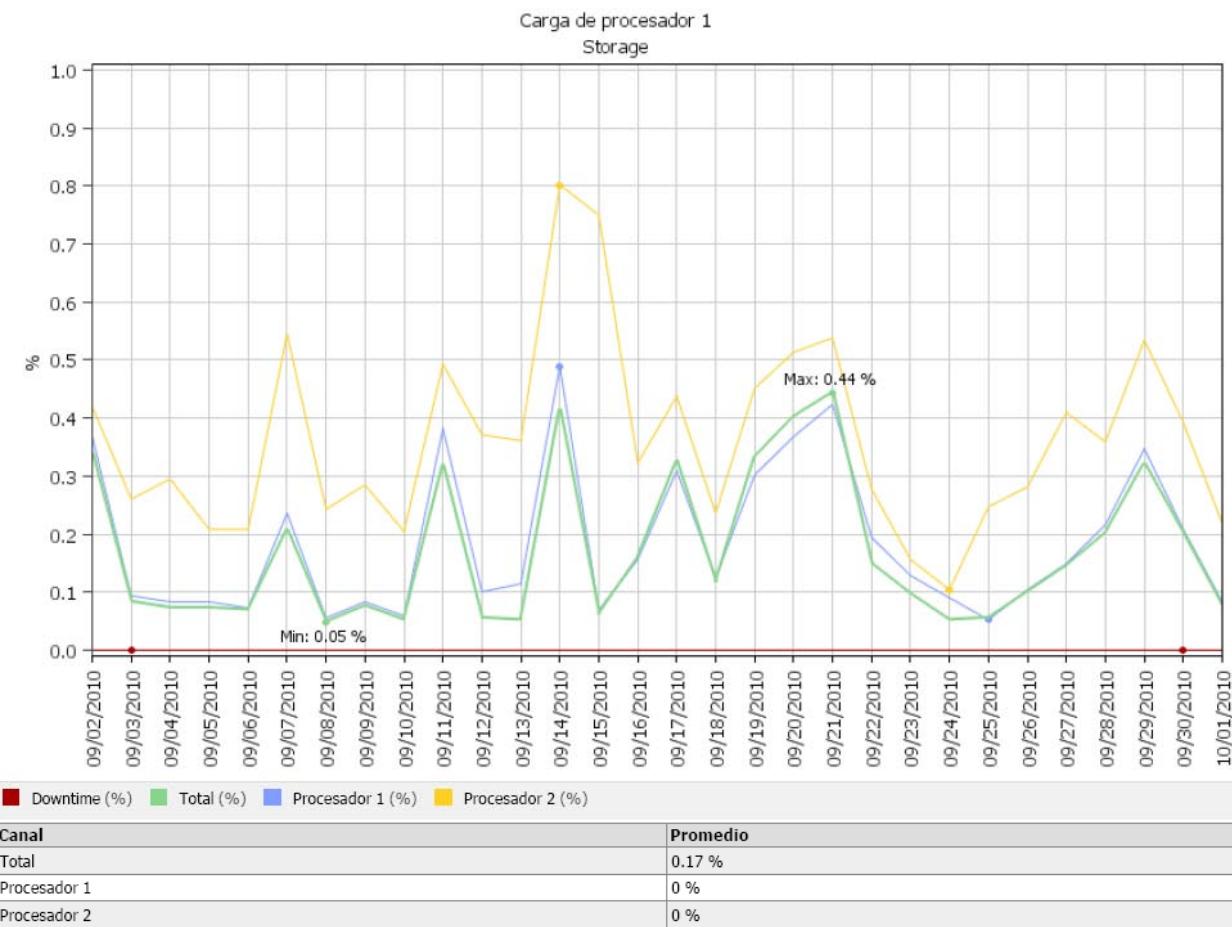


Canal	Promedio
Total	0.03 %
Procesador 1	0 %
Procesador 2	0 %

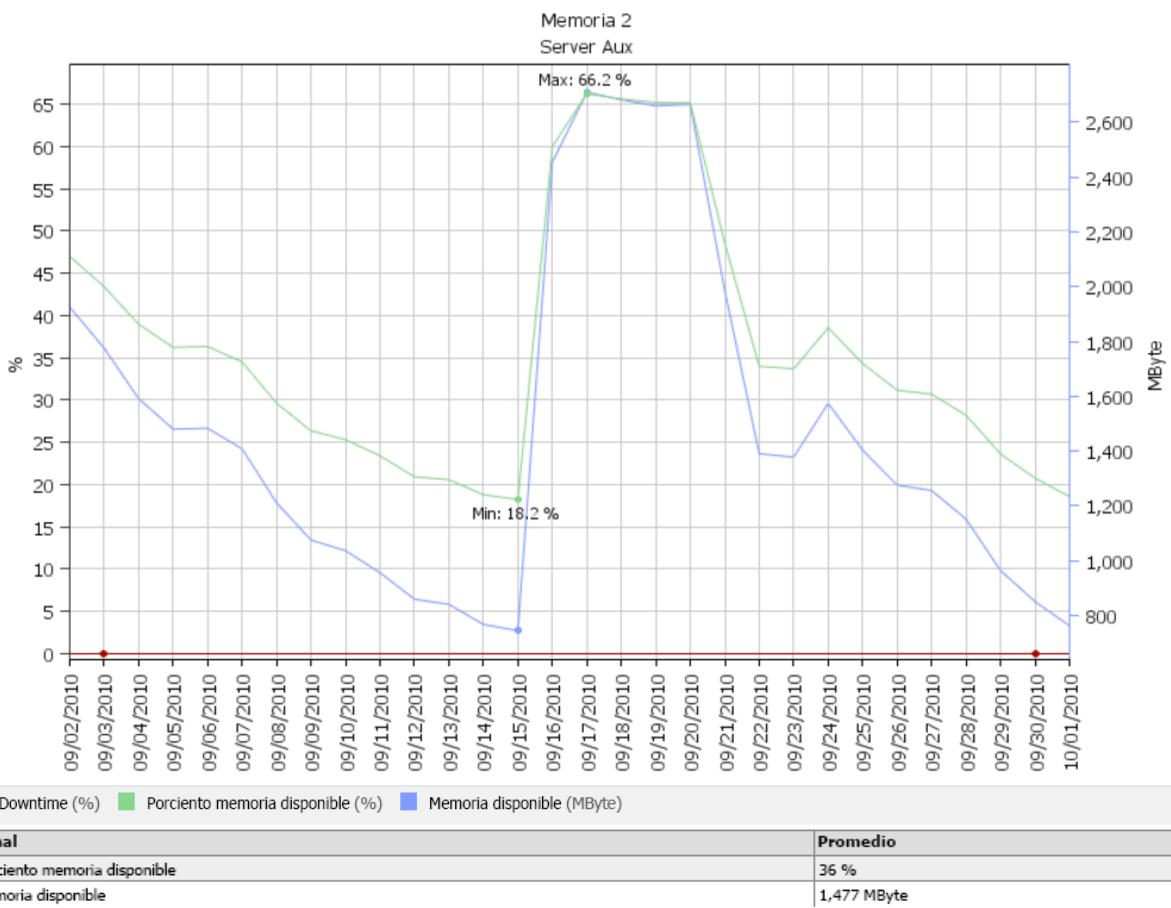
Procesador, Servidor-Mail



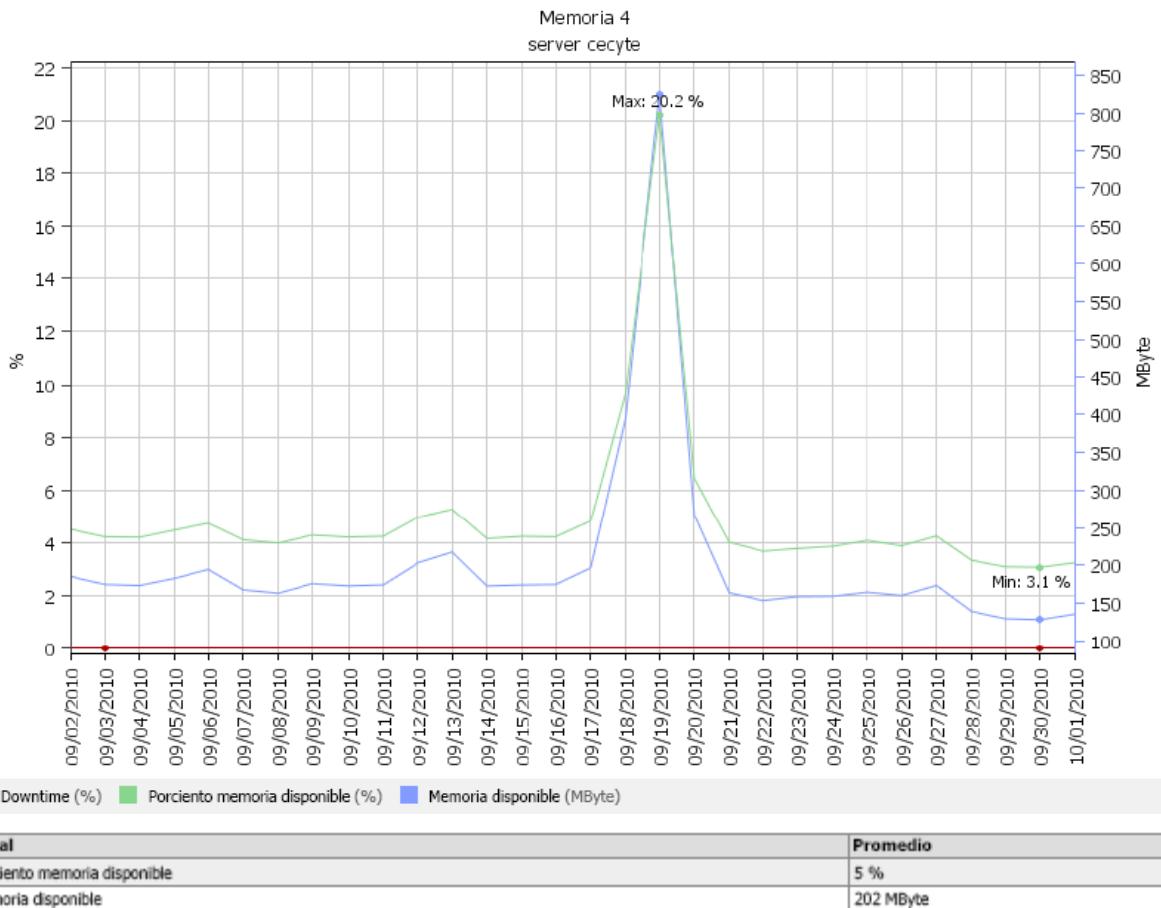
Procesador, Servidor-Storage



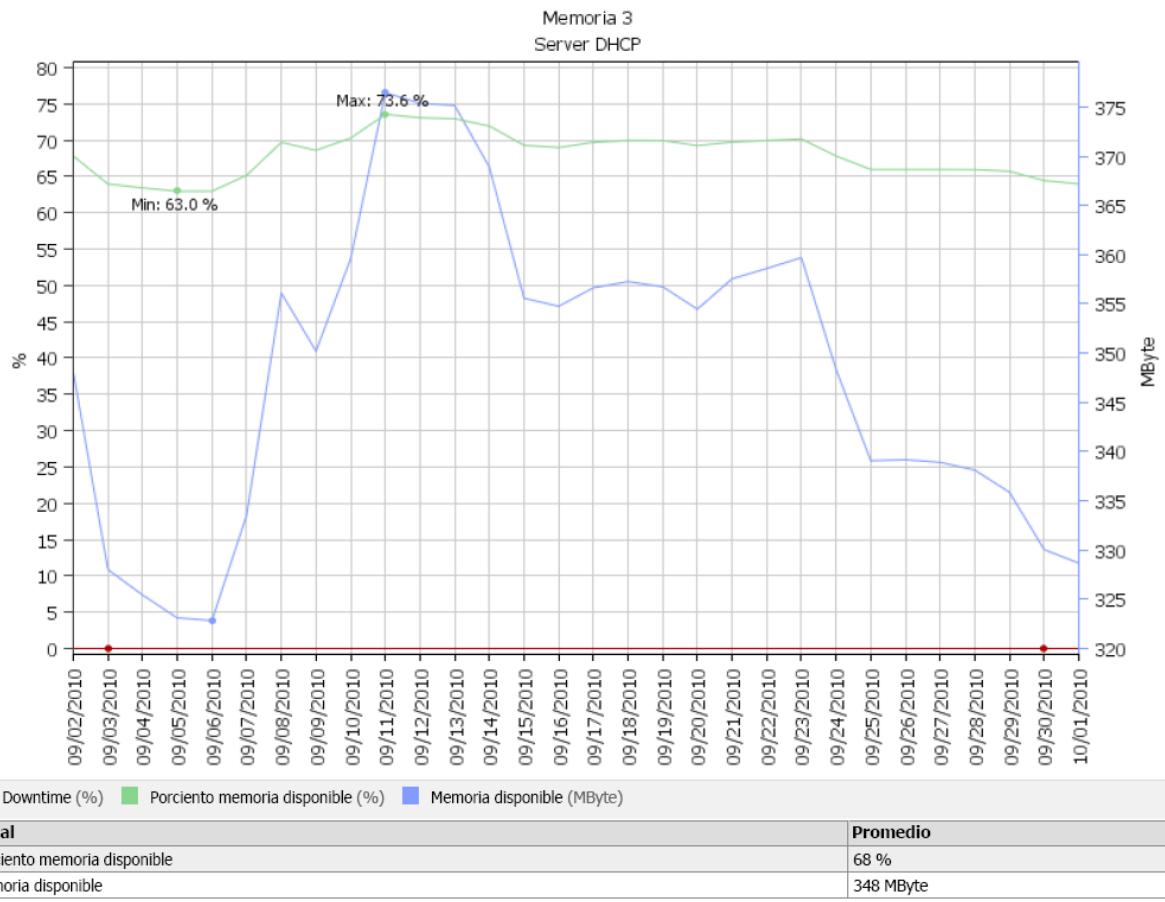
Anexo 4 - Memoria, Servidor-Aux



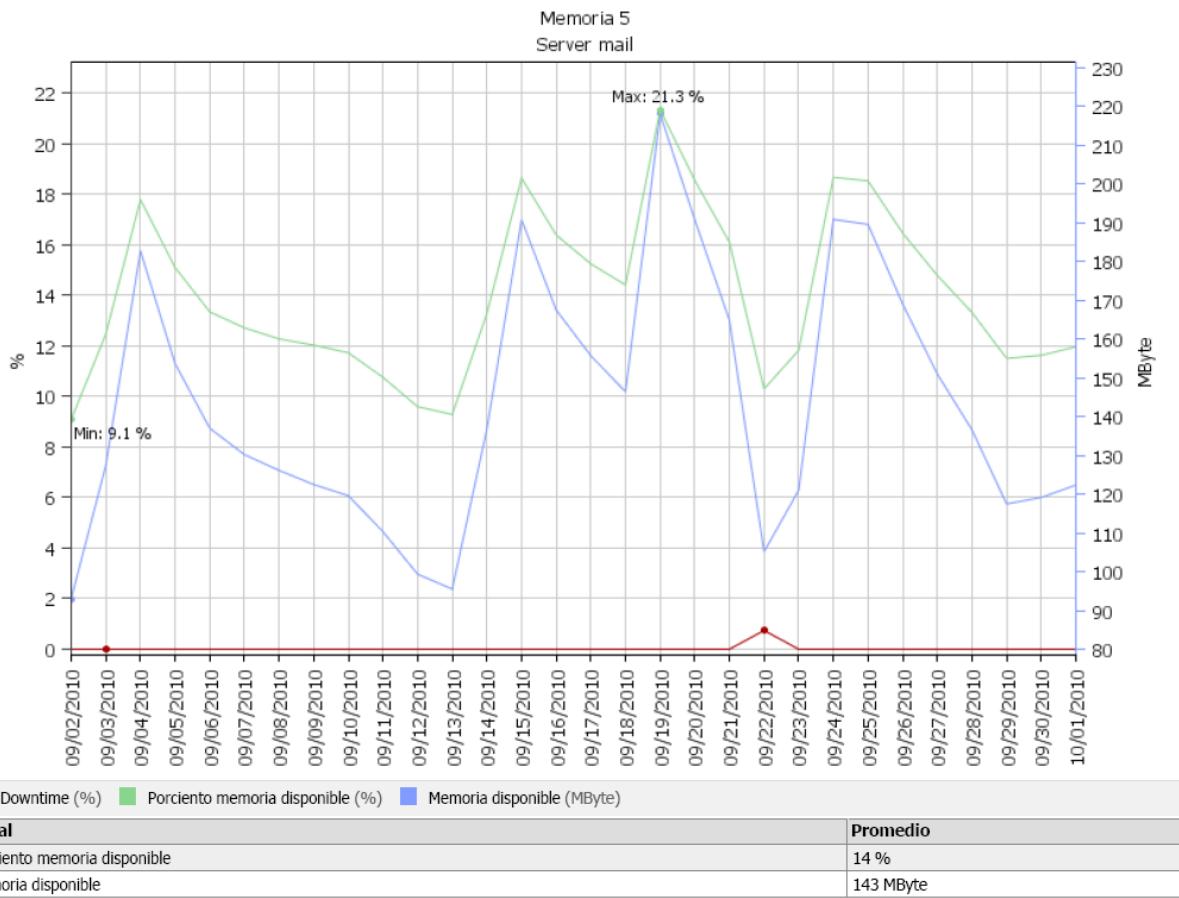
Memoria, Cecyte-Servidor



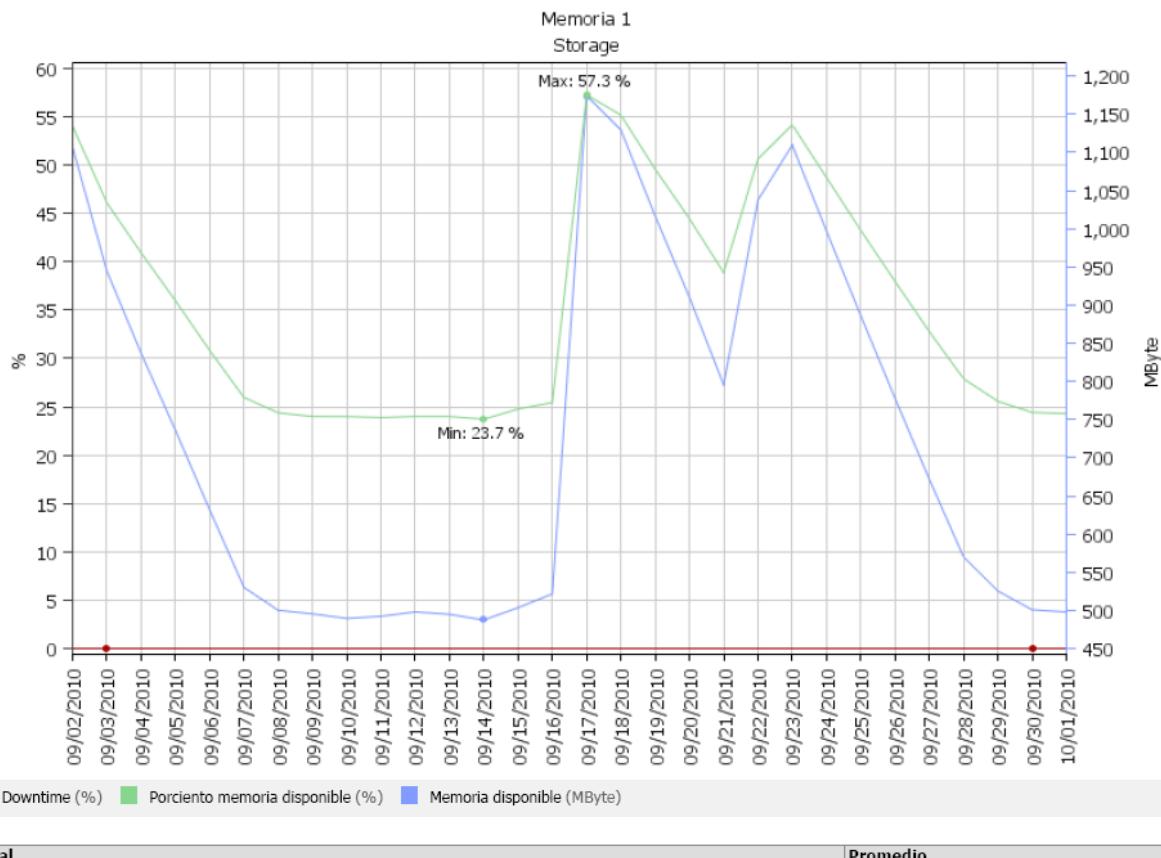
Memoria, Cecyte-DHCP



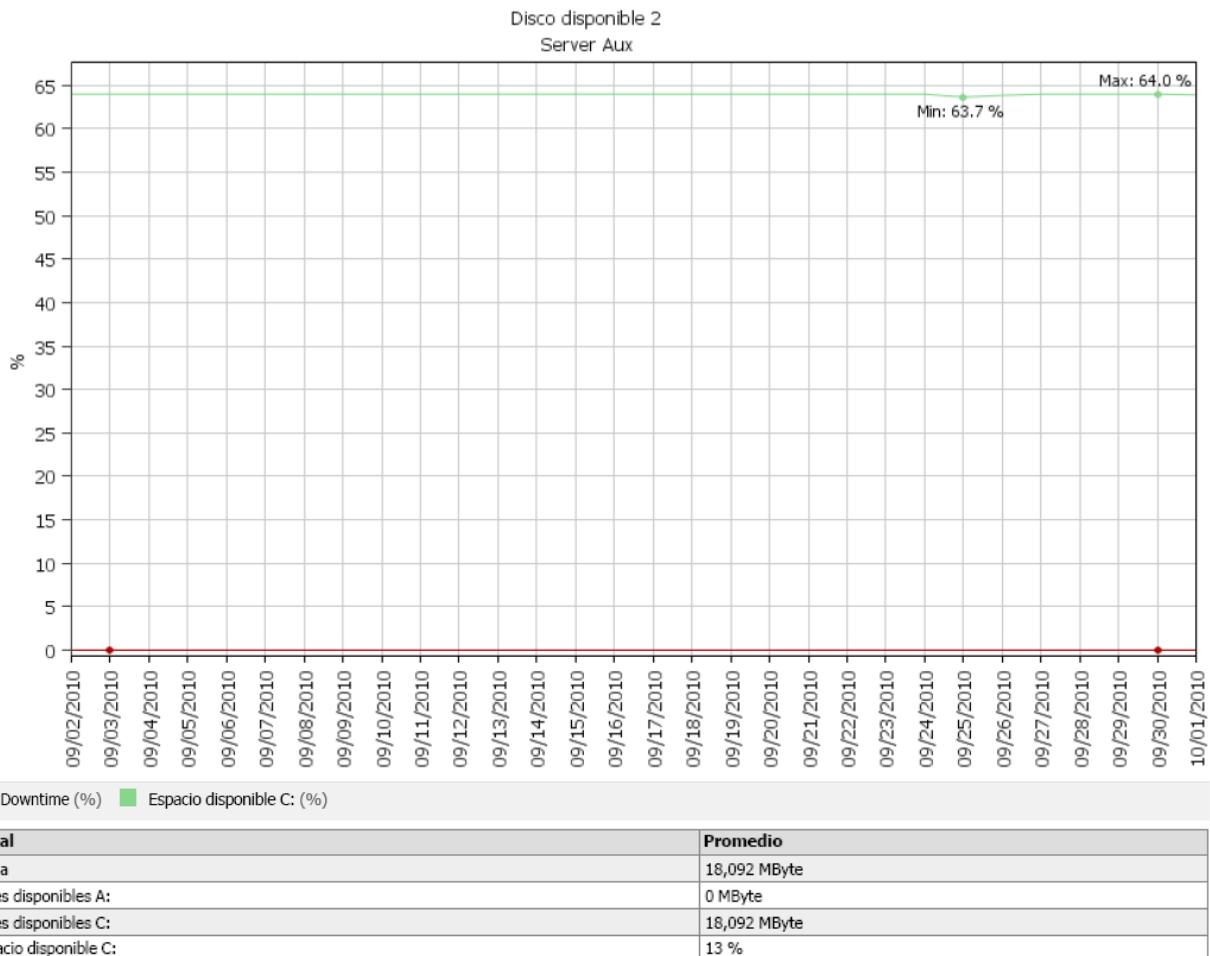
Memoria, Cecyte-Mail



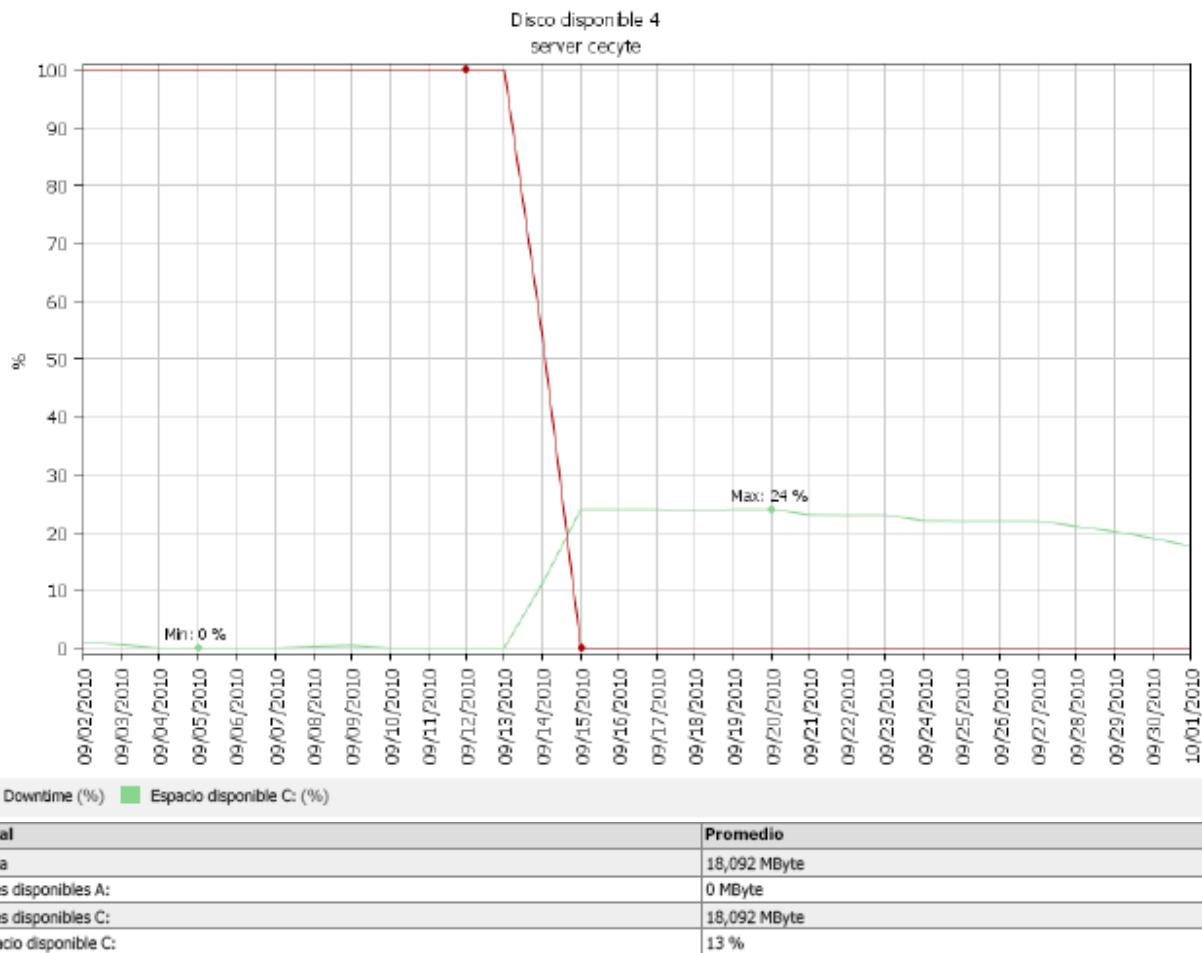
Memoria, Cecyte-Storage



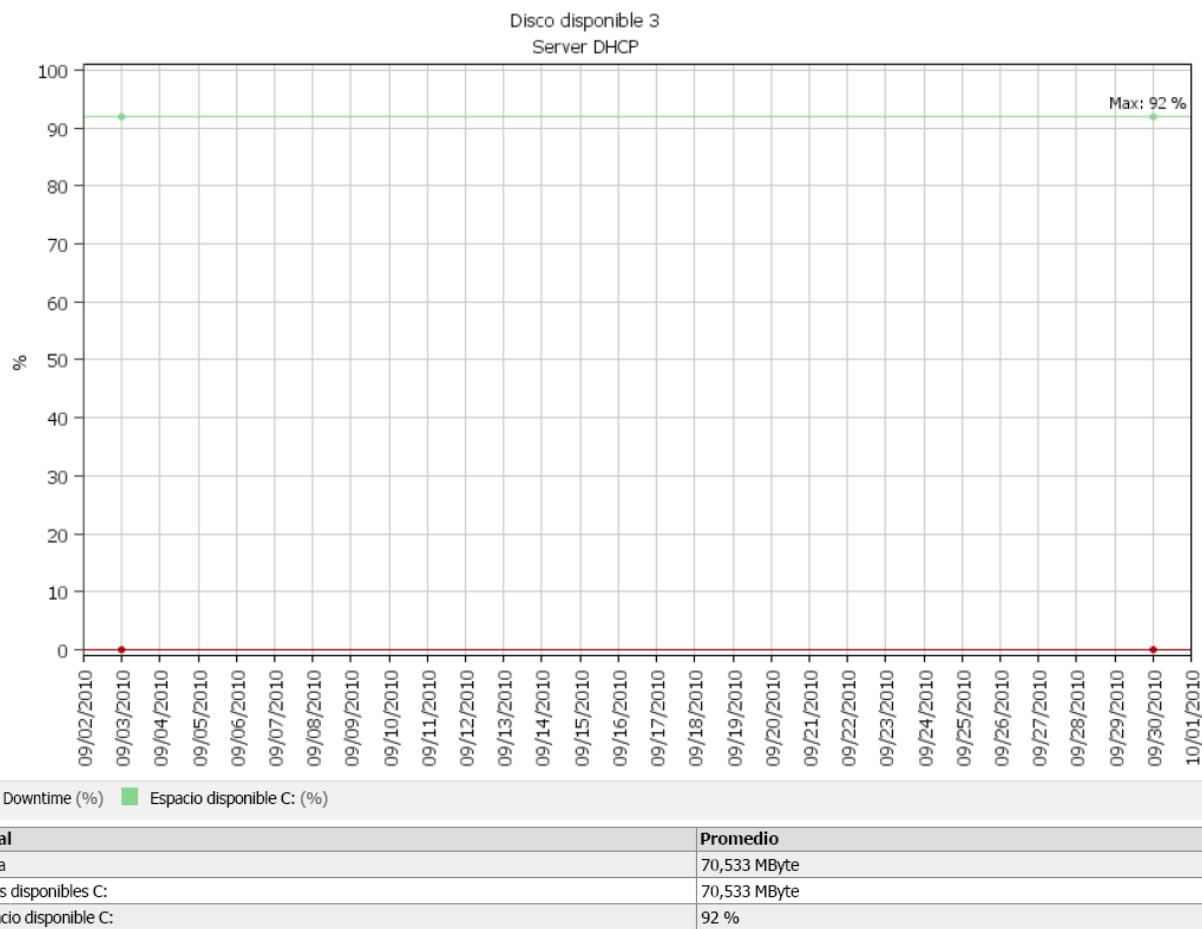
Anexo 5 - Disco Duro, Servidor-Aux



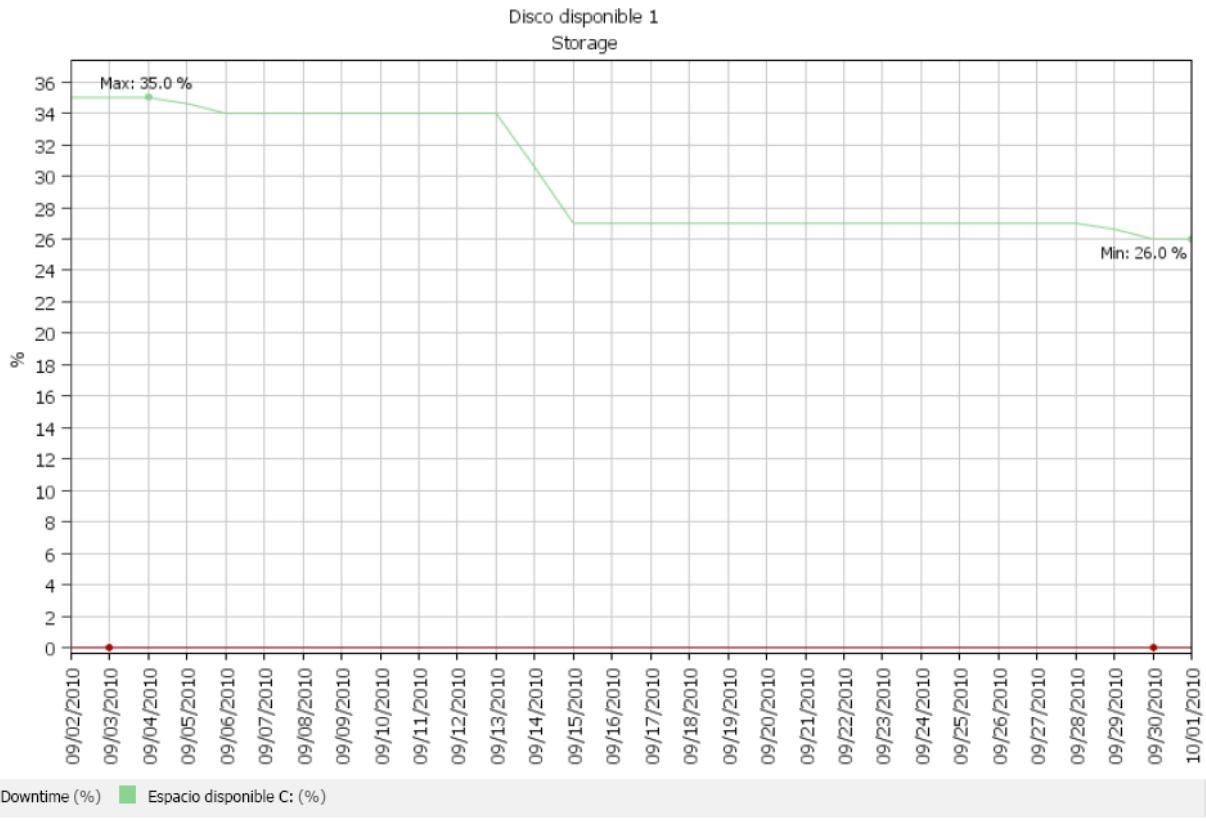
Disco Duro, Cecyte-Servidor



Disco Duro, Cecyte-DHCP

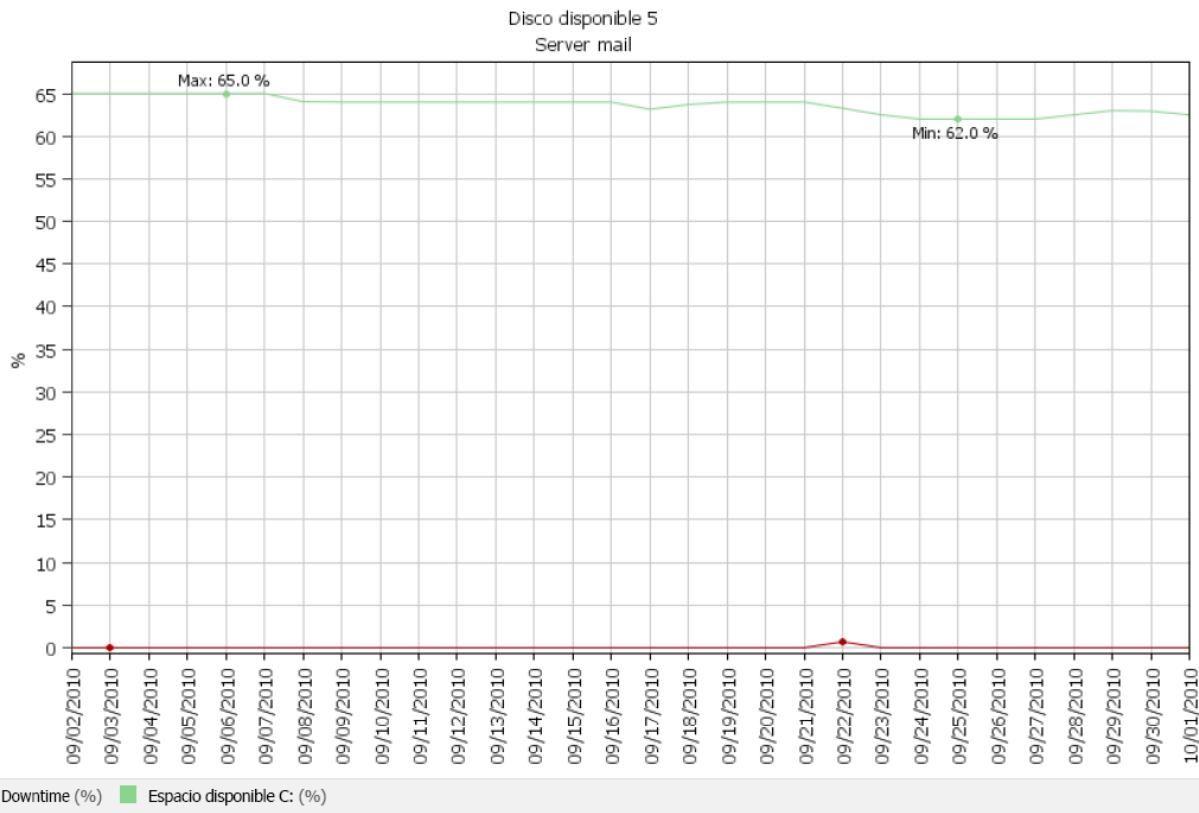


Disco Duro, Servidor-Storage



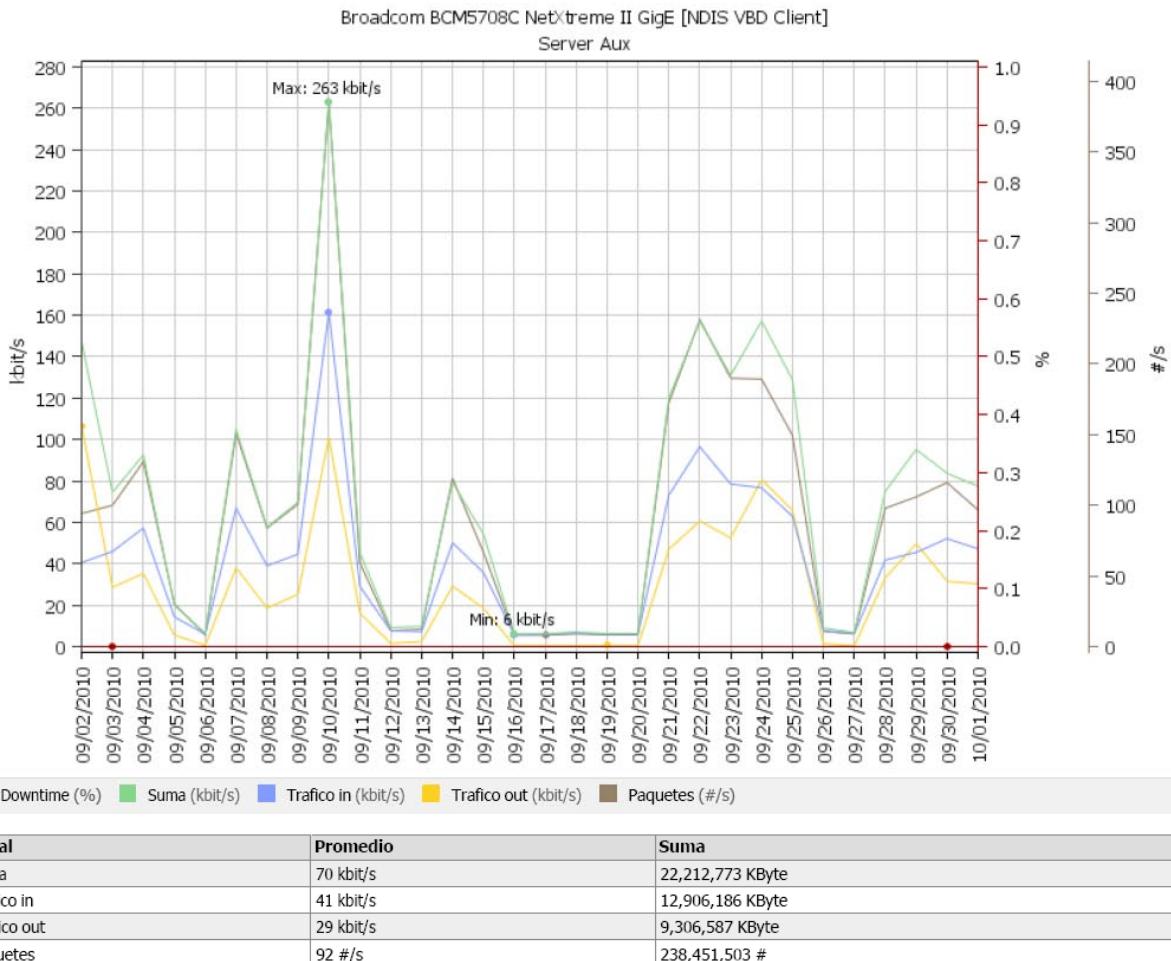
Canal	Promedio
Suma	131,777 MByte
Bytes disponibles C:	131,777 MByte
Espacio disponible C:	30 %

Disco Duro, Servidor-Mail

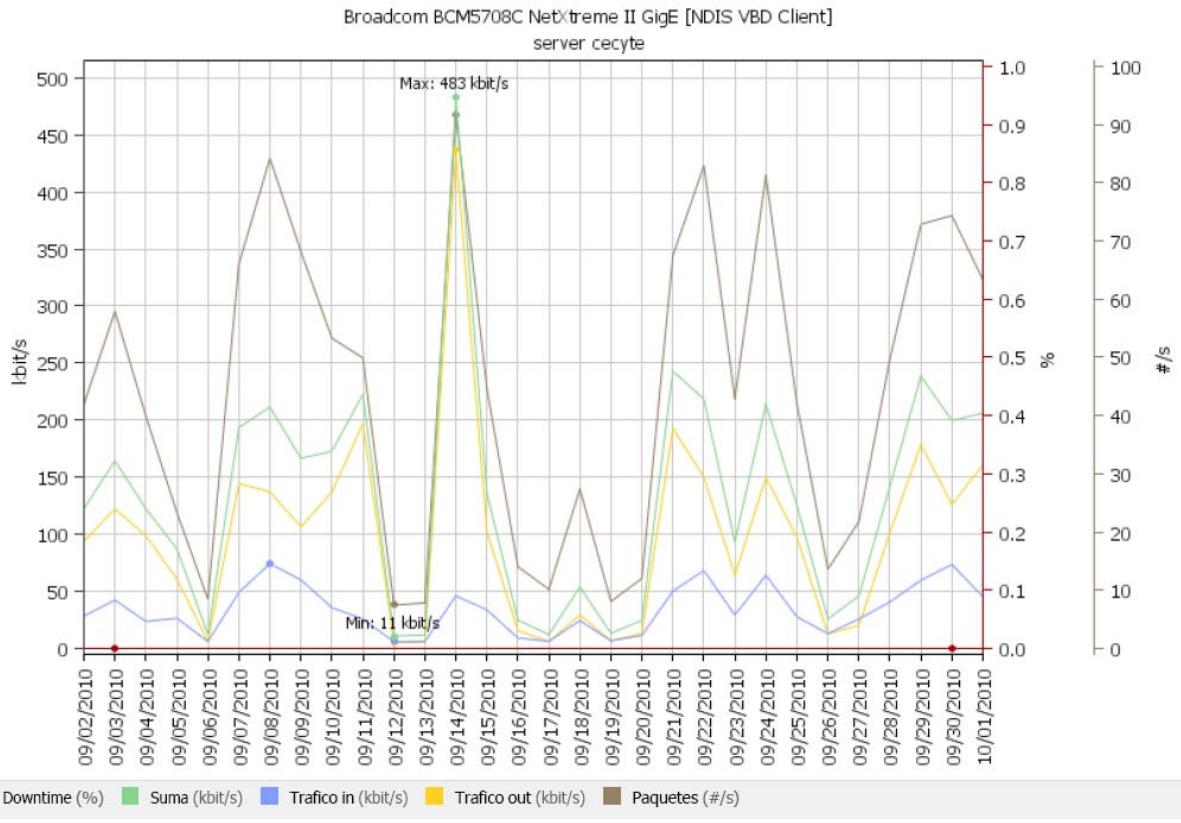


Canal	Promedio
Suma	88,793 MByte
Bytes disponibles C:	88,793 MByte
Espacio disponible C:	64 %

Anexo 6 - Tarjeta de Red, Servidor-Aux

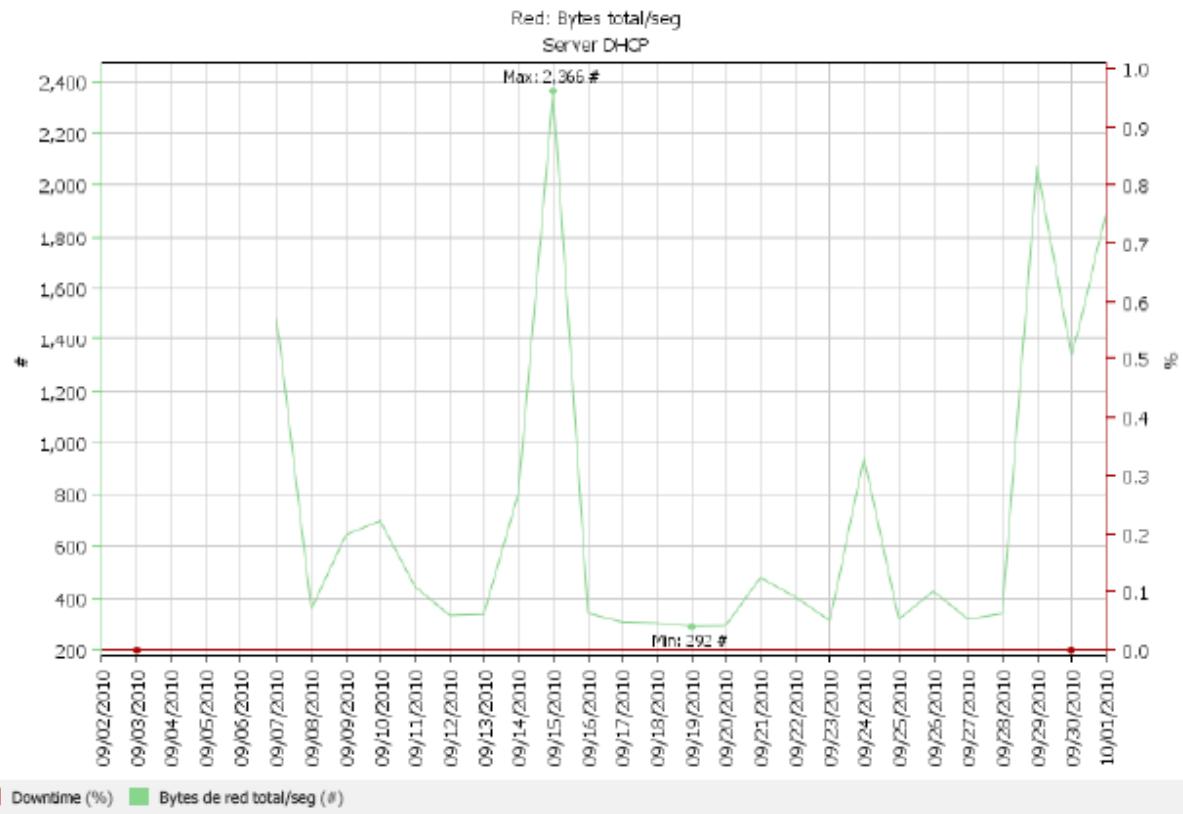


Tarjeta de Red, Cecyte-Servidor



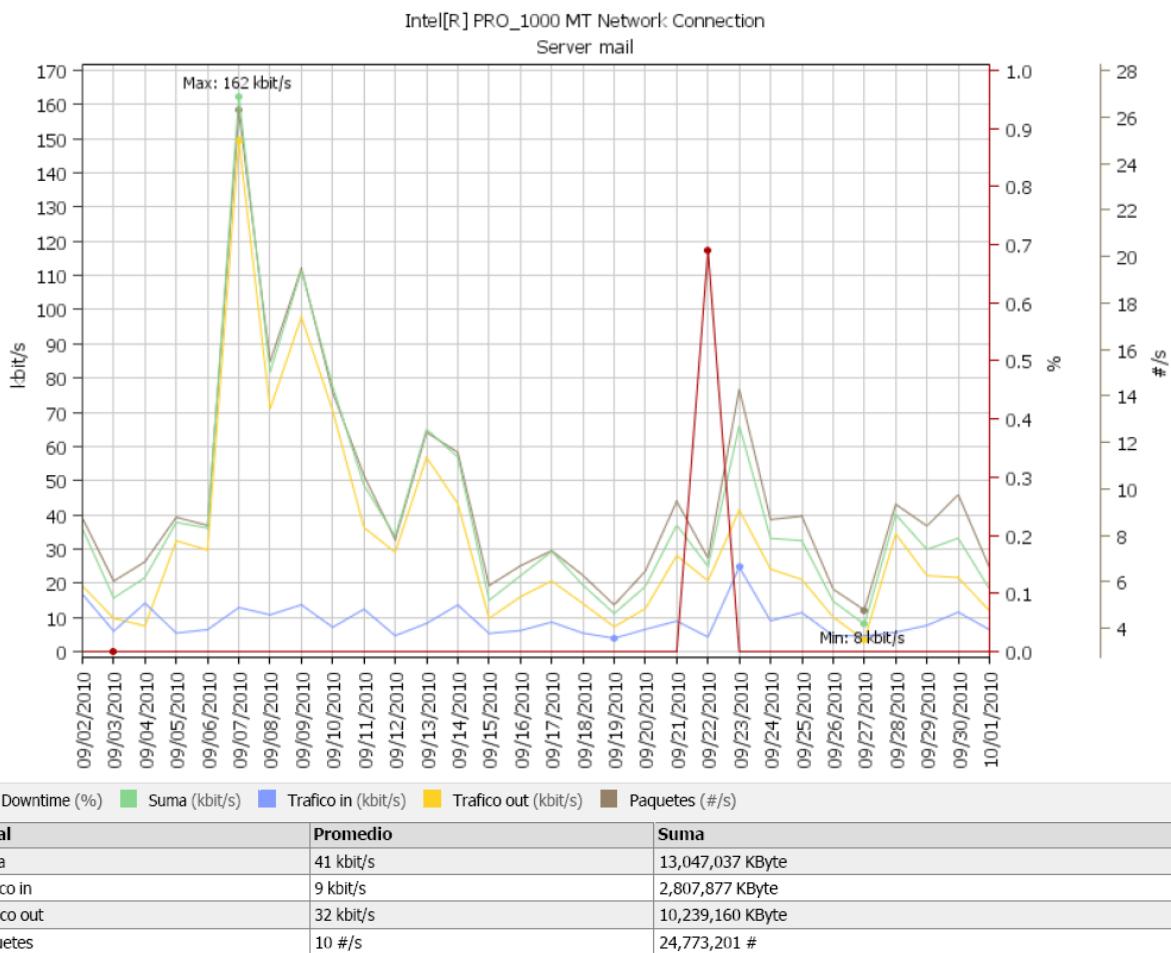
Canal	Promedio	Suma
Suma	133 kbit/s	41,949,160 KByte
Trafico in	34 kbit/s	10,725,986 KByte
Trafico out	99 kbit/s	31,223,174 KByte
Paquetes	44 #/s	114,404,138 #

Tarjeta de Red, Cecyte-DHCP

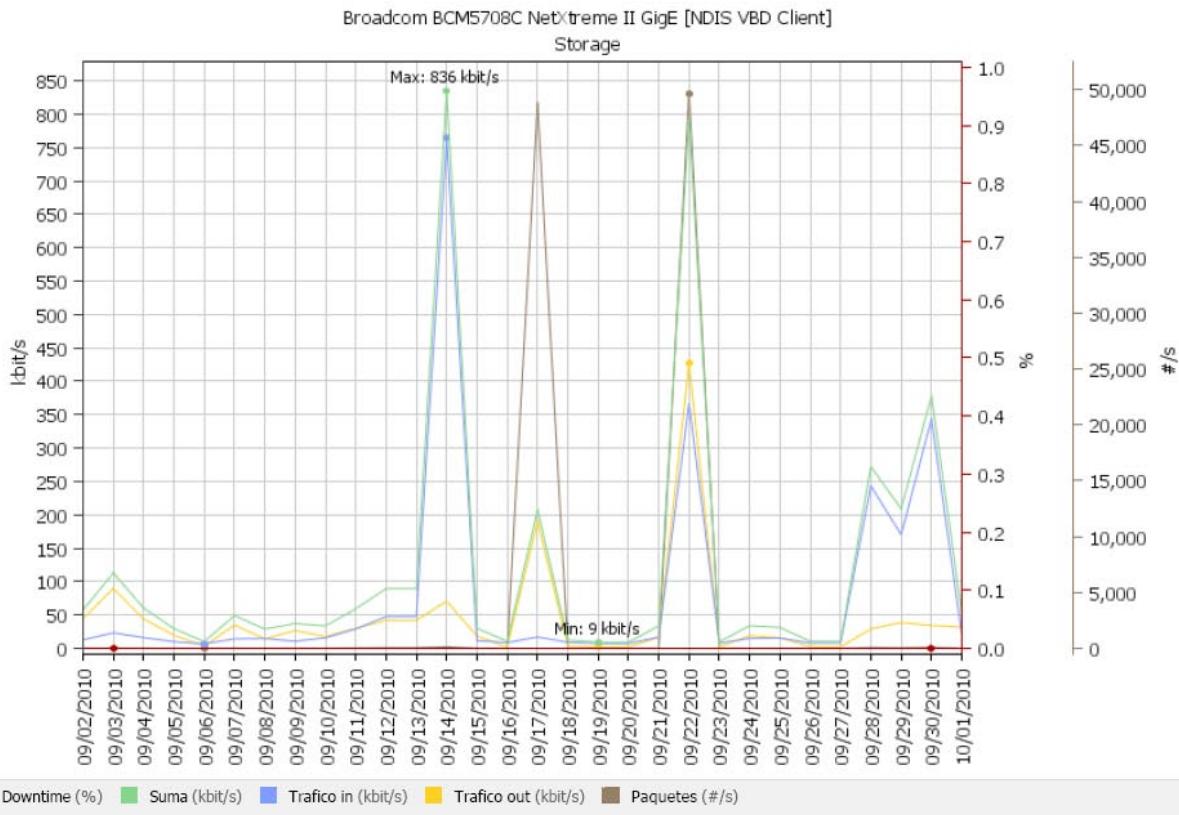


Canal	Promedio
Bytes de red total/seg	693 #
Canal	Promedio
Bytes de red recibidos/seg	380 #
Canal	Promedio
Bytes de red enviados/seg	313 #

Tarjeta de Red, Mail



Tarjeta de Red, Servidor-Storage



Canal	Promedio	Suma
Suma	119 kbit/s	37,730,936 KByte
Trafico in	76 kbit/s	23,876,227 KByte
Trafico out	44 kbit/s	13,854,709 KByte
Paquetes	3,317 #/s	8,583,028,733 #