

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE TIC COMO HERRAMIENTA DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN

DIANA ALEJANDRA LEÓN COLLAGUAZO
diana.leon.epn@gmail.com

ALEX PATRICIO NARVÁEZ CHICAÍZA
alex.narvaez12@gmail.com

DIRECTOR: ING. CÉSAR HUMBERTO ESQUETINI CÁCERES
cesquetini@innovateq.net

Quito, junio del 2014

DECLARACIÓN

Nosotros, Diana Alejandra León Collaguazo y Alex Patricio Narváez Chicaíza, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Diana León

Alex Narváez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Diana León y Alex Narváez, bajo mi supervisión.

Ing. César Esquetini Cáceres
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Muchas gracias ingeniero César Esquetini, por apoyarnos incondicionalmente en la realización de nuestro proyecto de titulación, su excelente guía y colaboración ha permitido culminar esta etapa en mi vida.

Muchas gracias Alex, por tu apoyo, colaboración, motivación, esfuerzo y dedicación en la realización de nuestro trabajo, gracias por compartir este logro conmigo.

Además debo agradecer a las personas encargadas del área de TI de las diferentes instituciones que nos abrieron sus puertas y nos brindaron su tiempo y la información necesaria para poder realizar el análisis de nuestro proyecto de titulación.

Muchas gracias ingeniero Andrés Larco, su motivación y su amistad cuando estaba en los primeros semestres de la carrera influyó positivamente en la culminación de la misma.

Muchas gracias ingeniero Carlos Montenegro, por su presencia y colaboración para la culminación de mi carrera.

Diana Alejandra

AGRADECIMIENTOS

A mis Padres Roberto y Sandra quienes con gran esfuerzo y dedicación me permitieron alcanzar un gran sueño.

A mis Hermanos Marcelo Y Stefany, porque su sola presencia me daba fuerzas para seguir adelante.

A toda mi familia, porque su gran apoyo.

A mis amigos universitarios, por brindarme su sincera amistad.

A mi tutor de Tesis, Ing. Cesar Esquetini, quien supo guiarme en el proyecto cuando más lo necesitaba.

Alex

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	XII
1 CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 DESCRIPCIÓN	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	6
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.5 ALCANCE	7
1.6 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	8
2 CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	12
2.1 LA INVESTIGACION.....	12
2.1.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN	12
2.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	15
2.2.1 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	17
2.2.2 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	17
2.3 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS - MODELO DE ANÁLISIS MULTICRITERIO	18
2.3.1 IDENTIFICAR LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	19
2.3.2 CONSTRUIR LAS ESCALAS DE EVALUACIÓN	19
2.3.3 CONSTRUIR LAS FUNCIONES DE VALOR	19
2.3.4 ASIGNAR UN PESO RELATIVO A CADA CRITERIO	20
2.3.5 EVALUAR LOS CRITERIOS	20
2.3.6 PRESENTAR LA PUNTUACIÓN FINAL.....	20
3 CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE TIC COMO HERRAMIENTA DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE	21

3.1	MARCO TEÓRICO.....	21
3.1.1	CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS.....	22
3.1.2	INFRAESTRUCTURA DE USUARIOS FINALES.....	30
3.1.3	GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE ESCRITORIO.....	34
3.1.4	END OF LIFE (EOL).....	37
3.2	ELABORACIÓN DE LA ENTREVISTA Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	46
3.2.1	OBJETIVO DE LA ENTREVISTA.....	46
3.2.2	DISEÑO DE LA ENTREVISTA.....	46
3.2.3	REALIZACIÓN DE LA ENTREVISTA Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	49
3.2.4	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA.....	50
4	CAPÍTULO IV: RECOMENDACIONES DE GESTIÓN TIC PARA APOYAR LA SOSTENIBILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE.....	87
4.1	DATA CENTER (DC).....	87
4.1.1	UTILIZACIÓN, PLANEACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL DC.....	87
4.1.2	SERVICIOS Y EQUIPOS TIC.....	88
4.1.3	ADMINISTRACIÓN DE DATOS.....	91
4.1.4	ENFRIAMIENTO.....	92
4.1.5	EQUIPOS DE ENERGÍA.....	94
4.1.6	OTROS EQUIPOS.....	95
4.1.7	MONITOREO.....	95
4.2	INFRAESTRUCTURA DE USUARIOS FINALES.....	96
4.3	FIN DE LA VIDA ÚTIL – EOL.....	97
5	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	99
5.1	CONCLUSIONES.....	99
5.2	RECOMENDACIONES.....	101

BIBLIOGRAFÍA	102
6 ANEXOS	104
6.1 ENTREVISTA.....	104
6.2 EJEMPLO PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD	109

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1: Desarrollo mundial de las TIC, 2003-2013 (Estimado)	4
Gráfico 2-1: Proceso cualitativo.....	16
Gráfico 3-1: Distribución consumo energía en un Organización	21
Gráfico 3-2: Distribución consumo energía recursos TI	21
Gráfico 3-3: Administración EOL para equipos TIC.....	45
Gráfico 3-4: Valoración por universidad - gestión del DC.....	78
Gráfico 3-5: Promedio por criterio – Gestión Data Center.....	79
Gráfico 3-6: Valoración por universidad - Gestión de infraestructura de usuarios finales.....	81
Gráfico 3-7: Promedio por criterio - Gestión de infraestructura de usuarios finales.....	82
Gráfico 3-9: Valoración por universidad - Gestión EOL.....	85
Gráfico 3-10: Promedio por criterios - Gestión EOL.....	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 3-1: Métrica PUE	23
Tabla 3-2: Preguntas y objetivos de la entrevista.....	49
Tabla 3-3: Criterios de evaluación centro de procesamiento de datos.....	51
Tabla 3-4: Criterios de evaluación infraestructura de usuarios finales.	52
Tabla 3-5: Criterios de evaluación EOL.....	53
Tabla 3-6: Funciones de valor	54
Tabla 3-7: Pesos relativos – criterios centro de procesamiento de datos.	56
Tabla 3-8: Pesos relativos – infraestructura de usuarios finales.	57
Tabla 3-9: Pesos relativos – criterios EOL.	58
Tabla 3-10 Evaluación criterios – Data Center.	61
Tabla 3-11 Evaluación criterios – Infraestructura de usuarios finales.	63
Tabla 3-12 Evaluación criterios – Infraestructura de usuarios finales.	64
Tabla 3-13 Puntuación Final – Data Center.	68
Tabla 3-14 Puntuación Final – Infraestructura de usuarios finales.....	70
Tabla 3-15 Puntuación Final – EOL.	72
Tabla 3-16 Resultados generales - Data Center.	73
Tabla 3-17 Resultados generales - Infraestructura de usuarios finales.....	74
Tabla 3-18 Resultados generales - EOL.	74
Tabla 6-1: Ejemplo de pruebas de funcionalidad para equipos de computación usados.....	111

RESUMEN

En el presente proyecto de titulación se analiza la gestión de las tecnologías de información y comunicación enfocada en la sostenibilidad del medio ambiente con la finalidad de establecer un conjunto de recomendaciones que puedan ser aplicadas en la gestión las TIC y de esta forma aportar al medio ambiente mediante la reducción de consumo de energía, gas de efecto invernadero y adecuado tratamiento de residuos electrónicos.

El primer capítulo permite conocer la información e importancia del problema en análisis, muestra los objetivos que se desean cumplir luego de culminar el análisis y el alcance que se dio al proyecto.

El segundo capítulo describe las metodologías de investigación y análisis de información que serán consideradas en el presente proyecto.

El tercer capítulo presenta el marco teórico sobre gestión de TIC como una herramienta de apoyo a la sostenibilidad del medio ambiente, enfocándose en las áreas que producen mayor consumo energético Data Center, Infraestructura de Usuarios Finales y EOL, además se elabora la entrevista a utilizarse como fuente primaria para la recolección de información, se realiza el análisis de la información recolectada y se muestran los resultados finales del análisis realizado.

En el cuarto capítulo se elaboran recomendaciones de gestión de TIC para apoyar la sostenibilidad del medio ambiente basadas en el análisis de la información recolectada y el marco teórico. Finalmente en el capítulo cinco se han descrito las conclusiones y recomendaciones del presente proyecto.

INTRODUCCIÓN

El uso de las tecnologías de información y comunicación se ha ido generalizando cada vez más en el país, estas son usadas por la mayoría de las organizaciones para gestionar su funcionamiento y automatizar sus procesos, su gestión está enfocada en el flujo del negocio.

Sin embargo su uso cada vez mayor produce aspectos negativos sobre el medio ambiente los cuales pueden ser mitigados mediante la correcta gestión de estas tecnologías, por lo cual en el presente proyecto de titulación se analiza la gestión de las tecnologías de información y comunicación en un caso de estudio específico y áreas específicas dentro de la gestión de TIC como lo son el Data Center, la infraestructura de usuarios finales y EOL y además se brinda un conjunto de recomendaciones que permiten apoyar a la gestión de estas tecnologías.

1 CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

En Ecuador los nuevos principios constitucionales que son el marco legal en el cual se han desarrollado y definido nuevas leyes, reglas y regulaciones, se establece un modelo para la sostenibilidad del medio ambiente que en adición garantiza el acceso universal a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).

El Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (MINTEL), a través del Plan de acceso universal¹, esta activamente promoviendo la inclusión digital en el país, sin embargo no han sido considerados los impactos ambientales que podrían resultar de la introducción de computadores y equipos electrónicos de tecnología en forma desmedida, como es la generación de residuos en la misma proporción.

La Superintendencia de Telecomunicación (SUPERTEL), la institución responsable del control de telecomunicaciones ha recomendado establecer regulaciones para dispositivos inteligentes en términos de conservación de la energía, tipos de enchufe que se usan en su fabricación y su rehuso, alentando la investigación en sistemas de almacenamiento y acumulación de energía; promoviendo tecnologías integradas para servicios; y desarrollando capacidades para el reciclaje y eliminación segura de residuos tecnológicos, especialmente las tecnologías con alto grado de contaminación.

Como complemento la SUPERTEL está promoviendo la implementación de servicios remotos tales como teletrabajo, tele educación, y tele salud. Para el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), la estrategia diseñada para mitigar las consecuencias del cambio climático se enfoca en la

¹ Programa de Acceso Universal a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/plan-de-acceso-universal-y-alistamiento-digital/>

implementación de redes y dispositivos que tengan un bajo consumo energético, promoviendo el uso de tecnologías de última generación.

Esto también apoya el rehúso y reciclaje de computadoras y dispositivos periféricos (baterías, tarjetas de circuitos, monitores LCD, cables), para prevenir la proliferación de residuos electrónicos y habilitar la difusión de las TIC en las áreas menos desarrolladas².

Entre las estrategias implementadas por el Ministerio del Ambiente para la protección del medio ambiente, están la eficiencia y optimización de recursos, como la reducción del consumo de papel, ahorro de energía, y maximizar las ventajas de los recursos hídricos, el objetivo es generar a mediano plazo una cultura enfocada sobre buenas prácticas ambientales en los sectores públicos, privados y la sociedad civil.

En Ecuador no hay regulaciones gubernamentales relacionadas al tratamiento de residuos electrónicos sin embargo existen iniciativas emprendidas por compañías móviles privadas respecto al reciclaje de teléfonos móviles además de la primera planta para desechos electrónicos en Ecuador llamada Intercia que fue inaugurada en agosto del 2012, Intercia podrá captar desechos tecnológicos y electrónicos a nivel nacional, fomentando así la industria del reciclaje, cuidando la salud y el medio ambiente, a pesar del trabajo que se intenta realizar a nivel nacional no hay un enfoque consistente y estructurado con respecto a los residuos electrónicos. Estos materiales en la actualidad están siendo depositados en rellenos sanitarios municipales y mezclados con basura común, por lo que se convierten en un peligro para la salud pública.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) es una organización que también ha trabajado en el tema de TIC y medio ambiente, en su conferencia de plenipotenciarios celebrada en México en 2010 aprobó una resolución sobre el papel de las telecomunicaciones y las TIC en el cambio climático y la protección del medio ambiente, donde se señala la necesidad de prestar asistencia a los

² Guerrero. J (2009) Presentación sobre el marco de trabajo de políticas TIC en Ecuador, al tercer simposio internacional sobre TIC's y Cambio climático, Quito-Ecuador 8-Julio.

países en desarrollo en esta materia y se encarga a la ITU que trabaje con otras partes interesadas para desarrollar herramientas que contribuyan a este objetivo. Dentro de los trabajos realizados para apoyar al cumplimiento de dicho objetivo se encuentran los siguientes documentos³:

- ✓ ICTs for e-Environment: guidelines for developing countries with a focus on climate change (2008): se enfoca en definir categorías en las que las tics pueden apoyar a la sostenibilidad del medio ambiente, además brinda un ranking de las llamadas e-environment applications las cuales son aplicaciones TIC que apoyan la sostenibilidad del medio ambiente,
- ✓ Toolkit on environmental sustainability for the ICT sector: es una guía para generar sostenibilidad ambiental en los sectores que utilizan TIC mediante la definición de KPI en los diferentes aspectos.

1.2 DESCRIPCIÓN

La sostenibilidad del medio ambiente según la ONU es uno de los objetivos de desarrollo del milenio a nivel mundial. Ecuador también es uno de los países que asumió este reto, por lo cual existen varios temas que deben ser considerados, uno de ellos es las TIC ya que su desarrollo y penetración dentro de la infraestructura de las organizaciones ha sido muy significativo, se estima que el crecimiento del sector de las TIC en los últimos años en el Ecuador ha aumentado, muestra de esto es que el índice de desarrollo de las TIC (IDT) ha pasado de 2,87 en el 2008 a 3,68 en el 2012⁴.

³ Unión Internacional de Telecomunicaciones
<http://www.itu.int/plenipotentiary/2010/docs-proposals/index.html>

⁴ Medición de la sociedad de la información, resumen ejecutivo 2012, ITU.

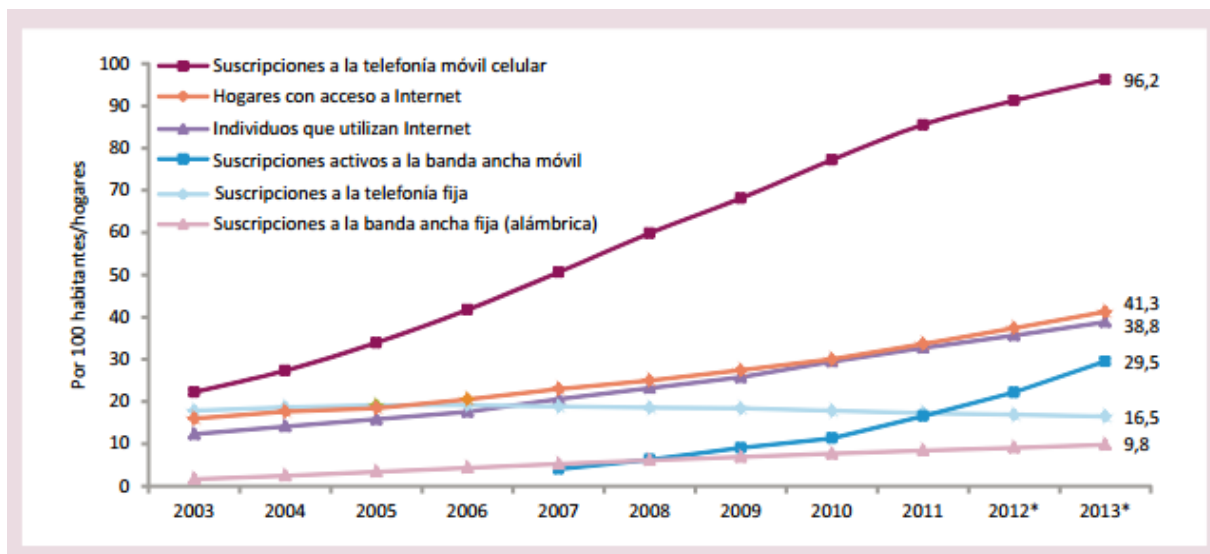


Gráfico 1-1: Desarrollo mundial de las TIC, 2003-2013 (Estimado)⁵

En la actualidad las TIC son usadas por la mayoría de las empresas e instituciones en todo el mundo, para gestionar íntegramente su funcionamiento y automatizar sus procesos, sin embargo son pocas las organizaciones que se enfocan en gestionar las TIC tomando en cuenta aspectos como la eficiencia energética de sus equipos tecnológicos, el manejo de residuos electrónicos, o la optimización del consumo de energía por parte de toda su infraestructura tecnológica.

El descuido de los aspectos antes mencionados y el crecimiento del sector TIC han ocasionado que las emisiones de gases de efecto invernadero y la generación de desechos tecnológicos debido al uso de las TIC vayan en aumento en los últimos años. Es por esto que la gestión de las TIC dentro de las organizaciones se convierte en un factor importante que debe ser tomado en cuenta en el intento por reducir el impacto ambiental provocado sobre el planeta.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad es imposible pensar en un mundo sin TIC. Su uso cada vez más amplio y generalizado ha cambiado la vida de mucha gente y ha impulsado el

⁵ Base de datos UIT sobre indicadores mundiales de las telecomunicaciones / TIC.

crecimiento económico, sin embargo su contribución de emisiones de gases de efecto invernadero y su generación residuos electrónicos sigue creciendo.

El auge por la innovación, el desarrollo tecnológico y el consumo parece no tener fin; cada día se producen miles de dispositivos y partes electrónicas que facilitan nuestra vida, pero no se toma en cuenta las consecuencias ambientales y sociales que esto conlleva, generando un conflicto medio ambiental al aumentar desmedidamente los residuos electrónicos.

Pese a los beneficios innegables de la tecnología, esta situación se torna alarmante, considerando la cantidad de desechos electrónicos que se registran anualmente en el mundo entero, lo que no impacta únicamente el tema ambiental, sino que al ámbito social, pues cientos de comunidades de varios países del mundo trabajan diariamente en el reciclaje de basura electrónica sin tener una regulación al respecto.

El presente análisis pretende identificar las prácticas que permitan realizar una gestión sustentable y eficiente de los recursos, energía, infraestructura tecnológica y residuos electrónicos en las organizaciones e instituciones, para de esta forma contribuir a la reducción de emisión de gas de efecto invernadero, reducción de consumo de energía y de generación residuos electrónicos.

El análisis se realizará en las universidades debido a dos razones principales: la primera, es que siendo la universidad un espacio en el cual se forman los futuros dirigentes de la sociedad son estas instituciones las que deben ser pioneras en implementar escenarios de cambios positivos como es el respeto ambiental en el manejo de las tecnologías de la información, para que estas experiencias sean reproducidas en poco tiempo en sus ámbitos familiares y laborales; y, en segundo lugar, para que los resultados de este trabajo sean recogidos dentro de las carreras relacionadas que ofrecen las universidades y sirvan de reflexión en la formación académica a los futuros profesionales especialistas quienes serán los encargados de tomar las decisiones referentes a la gestión de las tecnologías de la información, la sostenibilidad ambiental y gestión de residuos electrónicos.

Por otra parte el análisis se realiza únicamente en universidades públicas debido a que una forma de normar cualquier actividad que se desarrolla en el país es mediante la implementación de políticas públicas. El presente proyecto pretende empezar a concientizar a dos sectores estratégicos dentro de la sociedad el sector académico y el sector público.

“Todos sabemos que las tecnologías de la información y la comunicación han revolucionado nuestro mundo... Las TIC’s también son un elemento vital para aportar soluciones a los problemas que tiene ante sí el planeta: la amenaza del cambio climático... De hecho, las TIC forman parte de la solución. Estas tecnologías ya se están empleando para reducir las emisiones y ayudar a los países a adaptarse a los efectos del cambio climático... Los gobiernos e industrias que asimilen una estrategia de crecimiento ‘ecológica’ serán los líderes económicos y ambientales del siglo XXI.”⁶

1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la gestión de las TIC como una herramienta de apoyo a la sostenibilidad del medio ambiente en las universidades y escuelas politécnicas públicas de Pichincha.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Establecer en base al documento “Toolkit on environmental sustainability for the ICT sector”, criterios que permitan analizar como la gestión de las TIC pueden apoyar a la sostenibilidad del medio ambiente.
- ✓ Realizar entrevistas en la unidad de gestión de información de las universidades y escuelas politécnicas públicas de Pichincha y procesar los datos obtenidos.
- ✓ Analizar la información procesada y presentar los resultados obtenidos.
- ✓ Elaborar recomendaciones de gestión de TIC para apoyar la sostenibilidad del medio ambiente que sea aplicable al caso de estudio.

⁶ BAN KI-MOON, Secretario General de las Naciones Unidas

1.5 ALCANCE

Se realizará un análisis de la gestión de TIC en las universidades públicas de Pichincha para determinar recomendaciones de cómo la gestión adecuada de las TIC pueden apoyar la sostenibilidad del medio ambiente, para lo cual se definirán criterios de análisis tomando como referencia el documento internacional de la ITU “Toolkit on environmental sustainability for the ICT sector”.

En base a los criterios definidos se realizarán entrevistas a los responsables de la unidad de gestión de información de cada universidad para la recolección de datos. Posteriormente se procesarán los datos, estos serán analizados y se presentarán los resultados obtenidos.

El análisis será realizado en las universidades y escuelas politécnicas públicas de Pichincha, específicamente en su unidad de gestión de información. Según la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, en Pichincha existen seis universidades y escuelas politécnicas públicas, las cuales son:

- ✓ Escuela Politécnica Nacional (EPN)
- ✓ Escuela Superior Politécnica del Ejército (ESPE)
- ✓ Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)
- ✓ Instituto de Altos Estudios Nacionales (IAEN)
- ✓ Universidad Andina Simón Bolívar (UASB)
- ✓ Universidad Central del Ecuador (UCE)

Finalmente, se elaborará una guía compuesta por recomendaciones que podrían ser aplicadas al caso de estudio para mejorar la gestión de las TIC enfocándonos en reducir el impacto ambiental que estas provocan.

1.6 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- a) **ASHRAE:** la Sociedad Americana de Aire Acondicionado, Refrigeración y Calefacción (ASHRAE) es una sociedad internacional técnica dedicada a mejorar la calidad de vida a través de los avances tecnológicos relacionados a la calefacción, refrigeración, aire acondicionado y ventilación (HVACR). El ASHRAE está compuesto por más de 55,000 miembros voluntarios en más de 130 países formando 165 capítulos. Los miembros de la sociedad participan en el desarrollo de tecnología en HVACR creando estándares, recomendando procedimientos y guías, investigando y publicando artículos técnicos.
- b) **DCIE:** es una métrica para la mejora del rendimiento utilizada para calcular la eficiencia energética de un centro de datos. DCIE es el valor porcentual derivado, mediante la división de energía equipos de tecnología de la información por el poder total de las instalaciones.
- c) **Diseño modular:** diseño basado en la modulación reticular de espacios que permitan optimizar el tiempo de construcción y debido a que son transportables, desarmables y reorganizables permiten impulsar múltiples funcionalidades y su reutilización al generar un nuevo uso diferente al que fueron fabricados.
- d) **E-ENVIRONMENT**
- ✓ El uso y promoción de las TIC como un instrumento para la protección ambiental y el uso sostenible de los recursos naturales.
 - ✓ El inicio de acciones e implementación de proyectos y programas para la producción y consumo sostenible de equipos TIC, además de la eliminación ambientalmente segura y reciclaje de los mismos.
 - ✓ La implantación de sistemas de monitoreo, usando TIC para pronóstico y monitoreo del impacto de los desastres naturales o provocados por el hombre.

- e) **Enchufe:** es un dispositivo formado por dos elementos, la clavija y la toma de corriente (o tomacorriente), que se conectan uno al otro para establecer una conexión eléctrica que permita el paso de la corriente.
- f) **IDT:** Índice de Desarrollo de las TIC establece una clasificación de los países en función de sus resultados en lo que atañe a las infraestructuras y el grado de aceptación de las TIC.
- g) **KPI:** Key Performance Indicators (Indicador clave de desempeño), es una medida del nivel del desempeño de un proceso; el valor del indicador está directamente relacionado con un objetivo fijado de antemano. Normalmente se expresa en porcentaje.
- h) **Movimiento Transfronterizos:** movimiento de un organismo genéticamente modificado (OMG) o de desechos tóxicos y residuos peligrosos (por ejemplo, los desechos nucleares) de un lugar (país, continente) a otro. Requiere de compromisos y convenios entre países o partes involucradas, para poder controlar los efectos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana y, por ende, garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización de los OMG y/o desechos dañinos.
- i) **PUE (Efectividad del Uso de la Energía) del centro de proceso de datos:** este es el ratio de la energía que entra en el centro de datos y se utiliza para hacer funcionar el hardware de TI, y es una métrica para la eficiencia del centro de datos.
- j) **Residuos electrónicos:** equipos eléctricos o electrónicos que ya dejaron de ser útiles para sus propietarios por razones de funcionalidad.
- k) **Resiliencia:** en Informática es la capacidad de un sistema de soportar y recuperarse ante desastres y perturbaciones.
- l) **RoHS** (de las siglas en Inglés **R**estriction **o**f **H**azardous **S**ubstances): se refiere a la directiva 2002/95/CE de Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en

aparatos eléctricos y electrónicos, fue adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.

- m) Sociedad de la Información:** además de una revolución tecnológica, un cambio en los modos de existir, de pensar y de relacionarnos con el mundo y con los demás. Esta nueva ideología se introduce en el lenguaje común sin criticar sus contradicciones. Corresponde a las sociedades post-industriales y responde a la independencia de lo material en beneficio de la información -de lo inmaterial-. Dicha información es la materia prima que potencia el conocimiento.

- n) Sostenibilidad del medio ambiente:** conjunto de ideas y acciones dirigidas a respetar y garantizar la calidad ambiental evitando su degradación, lo cual implica, en términos económicos, internalizar los costos externos de la contaminación y los costos de uso de los recursos naturales, superando la idea de que los mismos son bienes libres.

- o) Thin Clients:** es una computadora cliente o un software de cliente en una arquitectura de red cliente - servidor que depende primariamente del servidor central para las tareas de procesamiento, y se enfoca principalmente en transportar la entrada y la salida entre el usuario y el servidor remoto.

- p) TIC:** Tecnologías de información y Comunicación son una combinación de dispositivos y servicios que obtienen, transmiten y visualizan datos e información de forma electrónica. Entre ellos, se incluyen computadores personales y periféricos, redes y dispositivos de telecomunicaciones de banda ancha y centros de datos.

- q) UE, LEED, BREEAM:** estándares internacional desarrollado en EE.UU para fomentar el desarrollo de edificaciones basadas en criterios sostenibles y de alta eficiencia energética.

- r) **Virtualización de almacenamiento:** tipo de virtualización, en donde se unen múltiples dispositivos de almacenamiento en red, en lo que aparenta ser una única unidad de almacenamiento.

2 CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se estudia y define la metodología de investigación y análisis que se aplicará en el presente proyecto.

2.1 LA INVESTIGACION

2.1.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN⁷

Existen varios criterios por los cuales se puede clasificar a una investigación entre estos están finalidad, alcance, profundidad, carácter de la medida, entre otros. Una investigación puede tratarse metodológicamente en cualquier enfoque y puede combinar varios tipos, el investigador puede ir clasificando cuál o cuáles enfoques se ajustan mejor a su proyecto.

Según la finalidad

a. Investigación básica

Es aquella actividad orientada a la búsqueda de nuevos conocimientos y campos de investigación sin un fin práctico específico e inmediato. Su objetivo es crear un cuerpo de conocimientos teóricos en algún campo de la ciencia

b. Investigación aplicada

Su finalidad es la solución de problemas prácticos para transformar las condiciones de un hecho que preocupa. El propósito fundamental no es aportar al conocimiento teórico.

Según el alcance temporal

a. Estudios transversales

Estudian aspectos de desarrollo de los sujetos en un momento dado.

⁷ RODRIGO BARRANTES ECHAVARRÍA, *Un camino al conocimiento, Un enfoque cuantitativo y cualitativo*, San José, Costa Rica, 1999. Pág. 63

b. Estudios longitudinales

Son investigaciones que estudian un aspecto o problema en distintos momentos, niveles o edades.

Según profundidad u objetivo

a. Exploratoria

Es una investigación que se realiza para obtener un primer conocimiento de una situación, para luego realizar una posterior investigación más profunda, por eso se dice que tiene un carácter provisional. Por lo general, es descriptiva, pero puede llegar al ser explicativa.

b. Descriptiva

Su objetivo central es la descripción de fenómenos. Se sitúa en un primer nivel del conocimiento científico, usa la observación, estudios correlacionales y de desarrollo.

c. Explicativa

Explica los fenómenos y el estudio de sus relaciones para conocer su estructura y los aspectos que intervienen en su dinámica.

d. Experimental

Estudia las relaciones de causalidad utilizando la metodología experimental con la finalidad de controlar los fenómenos. Se fundamenta en la manipulación activa y el control sistemático de las variables independientes.

Según el carácter de la medida

a. Cuantitativo

Se fundamenta en los aspectos observables y susceptibles de cuantificar. Utiliza la metodología empírico - analítica y se sirve de la estadística para el análisis de los datos.

b. Cualitativa

Estudia, especialmente los significados de las acciones humanas y de la vida social. Utiliza la metodología interpretativa (etnografía, fenomenología,

interaccionismo, simbólico, entre otros). Su interés se centra en el descubrimiento del conocimiento.

Según el marco en que tienen lugar

a. De laboratorio

Sus acciones se realizan en un laboratorio, o sea conlleva la acción intencionada de las condiciones de la investigación, manipulando las variables controlada y sistemáticamente. Sus resultados son difícilmente generalizables a las situaciones naturales de los sujetos.

b. De campo o sobre el terreno

Son estudios que se realizan en situaciones naturales y que permiten con mayor libertad generalizar los resultados a situaciones afines. No permite un riguroso control como en el laboratorio.

Según la dimensión temporal

a. Histórica

Estudia los fenómenos ocurridos en el pasado, reconstruyendo los acontecimientos y explicando su desarrollo, fundamentando su significado en el contexto en que ha surgido. Estudia los fenómenos significativos de la humanidad en un relato verdadero y completo en que las personas y los acontecimientos son examinados en relación con determinado tiempo y lugar.

b. Descriptiva

Estudia los fenómenos tal y como aparecen en el presente, en el momento de realizar la investigación. Incluye variedad de estudios cuyo objetivo es describir los fenómenos.

c. Experimental

El investigador introduce cambios deliberados con el fin de observar los efectos que producen. Dado que medía un tiempo entre los cambios introducidos y los efectos observados, se considera una investigación orientada al futuro.

2.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación a realizarse, se basará en una investigación de campo, la cual permitirá entender y analizar si la actual gestión de las TIC apoya a la sostenibilidad del medio ambiente por medio de la interacción con el personal involucrado en el entorno de las unidades de gestión de TIC. Además se considera el presente trabajo como:

- ✓ Investigación documental ya que se utilizó material proveniente de libros, revistas y documentos públicos y privados para poder redactar el marco teórico.
- ✓ Investigación cualitativa ya que los datos recolectados no provendrán de mediciones de algún fenómeno, sino que será información de perspectivas y puntos de vista del personal a ser entrevistado.
- ✓ Investigación transversal ya que la información será recolectada en un momento dado y no a través de cierto periodo de tiempo.

Al ser una investigación de tipo cualitativa se optó por seguir el siguiente proceso para realizar la investigación.

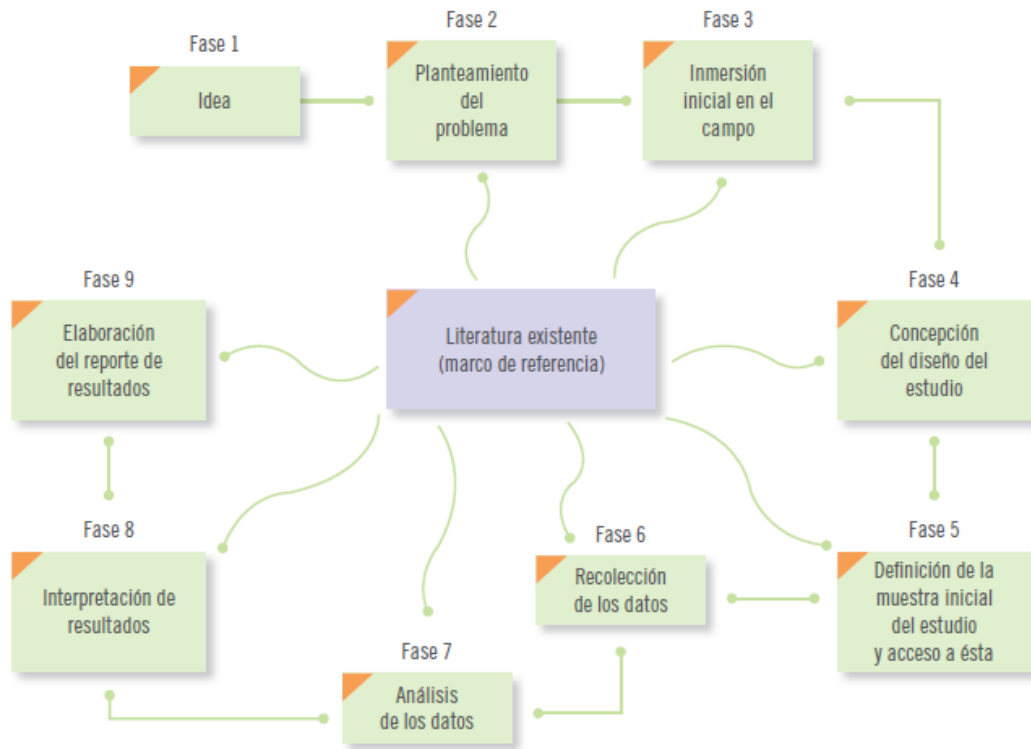


Gráfico 2-1: Proceso cualitativo⁸

De acuerdo al proceso mostrado en el gráfico anterior, el presente trabajo de investigación se relaciona de la siguiente manera:

- ✓ Fase 1: idea, concepción inicial de la idea del presente proyecto de titulación.
- ✓ Fase 2: planteamiento del problema, detallado en el Capítulo I.
- ✓ Fase 3: inmersión inicial en el campo, marco teórico, detallado en el Capítulo III.
- ✓ Fase 4 y Fase 5: concepción del diseño de estudio, definición de la muestra inicial del estudio y acceso a esta y diseño de la investigación, detallado en el Capítulo II.

⁸ SAMPIERI, R., COLLADO C. y BAPTISTA M., *Metodología de la investigación*, 5ta Edición, México 2010, Pág. 8

- ✓ Fase 6: aplicación de la entrevista elaborada, recolección de datos, detallado en el capítulo III.
- ✓ Fase 7 y Fase 8: análisis de datos en base a una metodología e interpretación de resultados, detallado en el Capítulo III.
- ✓ Fase 9: elaboración del reporte de resultados, en el caso del proyecto en curso elaboración de una guía de recomendaciones que se adapte al estudio realizado, detallado en el Capítulo IV.

2.2.1 FUENTES DE INFORMACIÓN

a. Primaria

La información principalmente se obtendrá a través de entrevistas realizadas a los responsables de la unidad de gestión de la información de la universidades y escuelas públicas de Pichincha.

b. Secundaria

Se recopiló información de varias referencias bibliográficas principalmente de documentos publicados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), además del MINTEL, SUPERTEL y CONATEL.

2.2.2 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección de información en la realización de la investigación de campo del presente proyecto, se considera utilizar la técnica de la entrevista ya que se desea obtener información especializada en el ámbito de gestión de TIC, por lo que la entrevista será realizada al responsable o delegado de la unidad de gestión de información de cada universidad y escuela politécnica pública de Pichincha.

Para la realización de las entrevistas se utilizará un documento base el cual será diseñado posterior al estudio del marco teórico, este documento servirá como guía en la realización de las entrevistas y estará compuesto por un conjunto de preguntas a ser contestadas por el entrevistado.

2.3 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS - MODELO DE ANÁLISIS MULTICRITERIO

El modelo de análisis multicriterio comúnmente lleva a cabo un proceso que pasa por las siguientes etapas: definición y selección de criterios, asignación de pesos a los criterios, valoración de las alternativas y toma de decisión.

El análisis multicriterio es una herramienta empleada para apoyar la toma de decisiones de problemas complejos con diversidad de criterios a evaluar, permite combinar aspectos tanto cuantitativos como cualitativos en el proceso de toma de decisiones.

El resultado final del análisis es una valoración numérica de los criterios, lo cual permite tomar una decisión con la tranquilidad de poderla justificar tanto cualitativa como cuantitativamente⁹.

El modelo de análisis multicriterio se adapta al proyecto porque se analizará la forma de gestionar las TIC en las diferentes universidades públicas de pichincha en base a criterios, y por medio del análisis de los mismos evaluar cuan comprometidas están las universidades en gestionar las TIC como una herramienta de apoyo a la sostenibilidad del medio ambiente y así poder identificar la mejor alternativa de gestión entre las universidades involucradas.

Para realizar el análisis se han identificado las siguientes etapas:

1. Identificar los criterios de evaluación
2. Construir las escalas de evaluación
3. Construir las funciones de valor
4. Asignar un peso relativo a cada criterio
5. Evaluar los criterios
6. Presentar la puntuación final

⁹ PHD <http://analisismulticriterio.blogspot.com/2010/07/las-siete-etapas-del-analisis.html>

2.3.1 IDENTIFICAR LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los criterios son los medios por los que las distintas alternativas de solución se comparan entre sí sobre el objetivo de la toma de decisiones. Según Hans Voogd, son los aspectos medibles del juicio al que se someten las alternativas (Voogd, 1983).

Cada uno de los criterios a definir debe ser analizado como un objetivo a conseguir o a mejorar en cada una de las actividades que se realiza en la gestión de TIC. En esta etapa se debe especificar el conjunto completo de criterios u objetivos, que deben reflejar todas las preocupaciones relacionadas con la gestión de TIC como una herramienta para apoyar la sostenibilidad del medio ambiente.

2.3.2 CONSTRUIR LAS ESCALAS DE EVALUACIÓN

Cada criterio de evaluación debe contar con una escala de evaluación formulada en términos de un “indicador” que permita medir o estimar el desempeño de las alternativas con respecto a ese criterio.

Hay criterios que permiten considerar indicadores numéricos, como por ejemplo “la cantidad de vidas salvadas” o “la cantidad de hectáreas de bosque protegidas”. Para aquellos criterios de difícil cuantificación se puede proponer indicadores indirectos o escalas cualitativas, diseñadas inteligentemente teniendo el cuidado de evitar la ambigüedad en su formulación. Es importante, por ejemplo, evitar utilizar términos como “muy bueno”, “bueno”, “regular”, “malo” y “muy malo” por ser estos ambiguos y como tal ser la fuente de malos entendidos y confusión a la hora de evaluar las alternativas.

2.3.3 CONSTRUIR LAS FUNCIONES DE VALOR

La “función de valor” es la herramienta que permitirá transformar el desempeño en valor y tomar la decisión en términos del valor que aporta una determinada opción y no únicamente en términos de su desempeño. Una función de valor no es otra cosa que una función matemática de dos variables, desempeño y valor, y una técnica que facilita la construcción de las funciones de valor es la variación directa

que es una función que se define por una ecuación que está en la forma $y = kx$, donde k es una constante no igual a cero. La variable y varía directamente de x . La constante k es llamada la constante de variación. La variación directa establece un único valor de y para cada valor de x . En la variación directa las dos variables aumentan (o disminuyen) juntas.

2.3.4 ASIGNAR UN PESO RELATIVO A CADA CRITERIO

El peso relativo es el valor asignado a un criterio, el cual indica su importancia relativa con respecto a otros criterios bajo su consideración. Esto quiere decir que cada criterio general, se multiplica por el peso respectivo antes de ser sumado o agregado con los valores de otros criterios.

Una de las reglas del análisis multicriterio consiste en ponderar estos criterios para valorar su importancia relativa a los ojos de los actores.

2.3.5 EVALUAR LOS CRITERIOS

Una vez que se tiene definidos todos los criterios con sus correspondientes escalas, funciones de valor y ponderaciones, se deben comparar los puntajes finales obtenidos para cada criterio y para cada alternativa, a fin de evaluar los resultados, es decir, utilizar el modelo que se ha construido para asignar un valor numérico que permita comparar las opciones cuantitativamente. Una vez que se lo haya hecho, se debe analizar los factores que implican bajo desempeño para ver si es posible modificar las opciones que se tienen y así lograr nuevas opciones mejoradas, o diferentes opciones, que resultarán a su vez en mejores decisiones.

2.3.6 PRESENTAR LA PUNTUACIÓN FINAL

Para obtener el resultado de los puntajes finales, primero se deberá multiplicar por cada una de las alternativas de solución el valor individual de cada criterio por el peso relativo del criterio respectivo.

3 CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE TIC COMO HERRAMIENTA DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE

3.1 MARCO TEÓRICO

Dentro una organización el consumo de energía promedio está distribuido como se muestra en el gráfico 3-1, en el cual se puede notar que el consumo de energía de la infraestructura tecnológica tiene un porcentaje significativo con respecto al consumo total de energía.

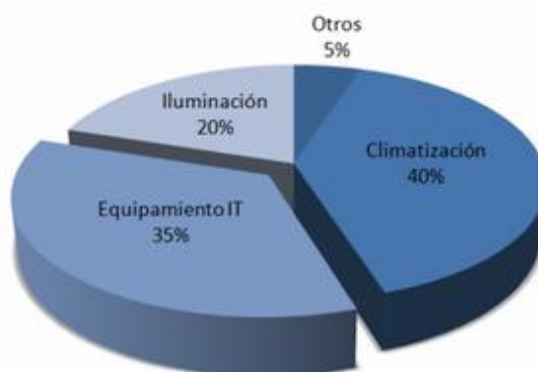


Gráfico 3-1: Distribución consumo energía en una Organización¹⁰

Y el detalle del consumo de energía de los recursos que componen la infraestructura tecnológica de una organización se muestra en el gráfico 3-2.

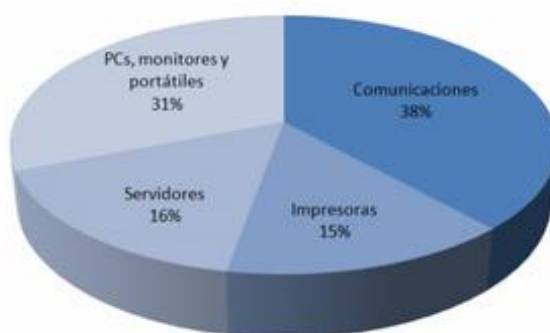


Gráfico 3-2: Distribución consumo energía recursos TI¹¹

Haciendo referencia al gráfico 3-2 las áreas en las cuales se concentran el consumo de energía dentro de una organización son las siguientes:

¹⁰ Gartner

¹¹ Gartner

- ✓ Centro de Procesamiento de Datos (Servidores y Comunicaciones), adicionalmente en esta área el uso de climatización es muy importante por lo que un porcentaje del consumo de energía de climatización también debe ser considerado.
- ✓ Infraestructura de Usuarios Finales (PC, monitores, portátiles e impresoras.)

Además de las áreas mencionadas, es importante dentro de una organización gestionar los residuos electrónicos cuando los equipos cumplen su vida útil.

3.1.1 CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Los centros de procesamiento de datos son una parte importante dentro la infraestructura tecnológica de una organización, gestionar adecuadamente su funcionamiento para apoyar la sostenibilidad del medio ambiente puede aportar significativamente a la reducción de las emisiones de gas de efecto invernadero, las cuales actualmente son del 0.25% del total de emisiones de CO₂ del planeta y del 10% de las emisiones de CO₂ del sector TIC.¹²

Se considera un centro de procesamiento de datos (en adelante DC por sus siglas en inglés) a una ubicación donde se concentran los recursos necesarios para el procesamiento de la información de una organización. También se conoce como centro de cómputo en Latinoamérica, centro de cálculo en España o centro de datos por su equivalente en inglés data center.¹³

Para poder gestionar de una forma adecuada los centros de procesamiento de datos se divide a su infraestructura en los siguientes componentes:

- ✓ Equipos TIC
- ✓ Sistemas de enfriamiento
- ✓ Sistemas de generación y respaldo de energía

¹²TUPPEN, C.G; RAUB, C., "Are ICT emissions running ahead of expectations?,"

¹³ http://es.wikipedia.org/wiki/Centro_de_procesamiento_de_datos

Principales componentes de un DC

Como se describió en el punto anterior para gestionar de mejor manera un DC su infraestructura se divide en tres componentes principales:

- ✓ **Equipos TIC:** incluyen dispositivos de computación como servidores, equipos de almacenamiento y equipos de red.
- ✓ **Sistemas de enfriamiento:** incluye aire acondicionado, ventiladores, unidades de aire acondicionado de la sala de computadores (CRAC por sus siglas en ingles).
- ✓ **Sistemas de generación y respaldo de energía:** incluye sistemas de energía, como generadores a diesel, sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS por sus siglas en ingles), sistemas de distribución de energía e infraestructura de apoyo.

Métrica general de sostenibilidad ambiental en DC

La principal métrica de sostenibilidad ambiental dentro de los DC es el PUE (Power Usage Effectiveness) uso eficiente de energía, esta métrica mide el uso de energía que consumen los equipos del DC en el total de sus operaciones, la cual se calcula dividiendo la energía total consumida por el centro de procesamiento de datos para la energía consumida por los equipos TIC, a continuación se muestra la escala de PUE.

PUE	NIVEL DE EFICIENCIA
3.0	Muy Ineficiente
2.5	Ineficiente
2.0	Promedio
1.5	Eficiente
1.0	Muy Eficiente

Tabla 3-1: Métrica PUE¹⁴

¹⁴ ITU, Toolkit on environmental sustainability for the ICT sector.2012, Adaptada por los autores.

Sin embargo el consumo de energía de un centro de procesamiento de datos no es generado solo por los equipos TIC, están también los sistemas de enfriamiento, sistemas de generación de energía y sistemas de iluminación por lo que llegar a un PUE igual a uno no es algo realista.

La mayor iniciativa de desarrollo de métricas que permitan mejorar el funcionamiento de centros de procesamientos de datos, es realizado por Green Grid¹⁵, esta organización dividió a PUE para una mejor granularidad en los siguientes componentes.

$$\text{PUE} = \text{PUE (CLF)} + \text{PUE (PLF)} + 1$$

CLF (cooling load factor): factor de carga de enfriamiento.

PLF (power load factor): factor de carga de poder.

Para realizar una evaluación completa se debe considerar múltiples métricas. Algunas métricas que se enlazan de buena manera con PUE para la gestión de la sostenibilidad ambiental son:

- ✓ WUE (water usage effectiveness)
- ✓ CUE (carbon usage effectiveness)
- ✓ Sustitutos para la productividad de datos
- ✓ Modelo de madurez del DC¹⁶

Considerando todas estas métricas los administradores de los DC podrán evaluar los aspectos importantes de sostenibilidad, determinar oportunidades de eficiencia energética y reducir el consumo de energía.

Modelo de madurez del DC

El Modelo de madurez del DC (DCMM por sus siglas en inglés) es una métrica desarrollada por Green Grid la cual presenta un enfoque holístico de la eficiencia del DC, proporcionando objetivos claros y lineamientos para mejorar la

¹⁵ <http://www.thegreengrid.org/>

¹⁶ <https://www.thegreengrid.org/Global/Content/Tools/DataCenterMaturityModel>

sostenibilidad tomando en cuenta todos los aspectos del DC, DCMM toca los componentes importantes del DC incluyendo energía, enfriamiento, servidores, almacenamientos y red.¹⁷

Mejores prácticas en el data center

Las mejores prácticas de sostenibilidad ambiental dentro de los DC definen un conjunto de actividades para la operación y gestión de su infraestructura que permitan reducir su impacto ambiental y desarrollar centros de procesamiento de datos verdes. Un DC verde puede ser definido como un depósito para el almacenamiento, la gestión y la difusión de datos en la que la mecánica, iluminación, dispositivos electrónicos y de los sistemas informáticos están diseñados para la máxima eficiencia energética y menor impacto ambiental.¹⁸

La construcción de un centro de procesamiento de datos verde incluye tecnologías y estrategias avanzadas, las mejores prácticas establecen un conjunto de reglas a ser aplicadas en la gestión de diferentes áreas al momento de emprender el mejoramiento o planificación de un centro de procesamiento de datos.

En el presente trabajo se cubrirá las áreas de gestión propuestas en la norma ITU-L1300 (Best Practices For Green Data Centers) las cuales son:

- ✓ Planificación, utilización y gestión de los DC
- ✓ Equipos TIC
- ✓ Enfriamiento
- ✓ Equipos de respaldo y suministro de energía
- ✓ Otros equipos de apoyo
- ✓ Monitoreo

¹⁷ <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2011/03/09/the-green-grids-data-center-maturity-model/>

¹⁸ ITU, Best practices for green data centres. 2011

Planificación, utilización y gestión de los DC

Es importante desarrollar una estrategia integral y un enfoque de gestión dentro de los DC para apoyar la eficiencia económica y los beneficios ambientales. Establecer una comunicación efectiva entre los diferentes departamentos que trabajan en los DC para asegurar la eficiencia y así evitar problemas de capacidad y fiabilidad.

Equipos y servicios TIC

El equipamiento TIC crea demanda de energía y enfriamiento en los DC, cualquier reducción en energía y enfriamiento utilizado, o proporcionado para los equipos TIC potencian los efectos del suministro de energía eléctrica. El propósito de las especificaciones ambientales de los aparatos electrónicos es asegurar que los nuevos equipos sean capaces de funcionar en las gamas más amplias de la temperatura y la humedad, permitiendo así al operador una mayor flexibilidad en la temperatura y humedad operativa.

a. Selección de nuevos equipos TIC

Cuando los equipos TIC son adquiridos e instalados en el DC, son usualmente usados por varios años, consumiendo así energía y generando calor. La selección apropiada de hardware y métodos de implementación puede proporcionar un ahorro de energía significativo a largo plazo.

b. Implementación de nuevos servicios TIC

La implementación de nuevos servicios TIC dentro de la infraestructura tecnológica tiene un impacto igual a la adquisición de nuevo hardware TIC, por lo que su correcta gestión también puede proporcionar un ahorro de energía significativo a largo plazo.

c. Gestión de equipos y servicios TIC existentes.

En los DC es común que se centre en los nuevos servicios y equipos a ser instalados, sin embargo también hay importantes oportunidades de lograr reducción de costes y energía en las instalaciones físicas y servicios existentes.

d. Gestión de datos

El almacenamiento es un aspecto de la gestión de los DC, en el cual una proporción significativa de los datos almacenados son innecesarios o duplicados y no requieren acceso de alto rendimiento. Algunos sectores tienen problemas debido a que las instrucciones o regulaciones de conservación de datos son muy generales, en infraestructuras con capacidad limitada de almacenamiento, la aplicación de estas instrucciones o regulaciones puede causar grandes volúmenes de datos que no son requeridos.

Enfriamiento

El enfriamiento de los equipos es a menudo la primera causa de pérdida de energía en el DC y, como tal, representa una oportunidad significativa para mejorar la eficiencia energética.

a. Diseño y gestión del flujo de aire

El objetivo de la gestión del flujo de aire es minimizar el paso del aire que retorna a las unidades CRAC sin llevar a cabo su función de refrigeración, la recirculación resultante y la mezcla del aire frío y caliente aumenta la temperatura de los equipos, para compensar esto las unidades CRAC suministran menores temperaturas o mayor flujo de aire, lo que resulta en mayor consumo de energía.

Para tratar esta situación se debe manejar uniformidad en la temperatura máxima de entrada de los equipos, con la finalidad de que los puntos de configuración de aire acondicionado sean mayores.

b. Gestión del enfriamiento

El centro de datos no es un sistema estático y los sistemas de enfriamiento se deben ajustar en respuesta a los cambios en la carga de calor de las instalaciones.

c. Configuración de temperatura y humedad

Las instalaciones son a menudo sobre enfriadas, el incremento del rango establecido para la humedad puede reducir sustancialmente las cargas sobre los equipos de enfriamiento. La especificación de mayor humedad y

temperatura de funcionamiento para el piso de datos debe realizarse en conjunto con los cambios en la política de adquisición de equipos TIC.

Con el tiempo los equipos de poca tolerancia serán reemplazados.

d. Enfriamiento gratuito y economizado

Diseños de enfriamiento gratuito o economizado usan las condiciones de frío del ambiente para cubrir parcial o totalmente el enfriamiento de sus instalaciones. Por lo tanto, el trabajo de los sistemas de enfriamiento se reduce o se elimina, lo cual puede resultar en la reducción significativa de consumo de energía.

e. Planta de enfriamiento de alta eficiencia

La siguiente tecnología de enfriamiento preferida es el uso de plantas de refrigeración de alta eficiencia energética. Los diseños deben operar de manera eficiente a nivel de sistema y emplear componentes eficientes. Esto requiere una estrategia de control efectiva que optimiza la operación eficiente, sin comprometer la fiabilidad

f. Condiciones de aire de la sala de computadores (Servidores)

El segundo componente principal de la mayoría de los sistemas de enfriamiento son las unidades de aire acondicionado de la sala de computadoras (CRAC por sus siglas en inglés). La planta de enfriamiento de la sala de computadores en instalaciones antiguas es frecuentemente mal diseñada y mal optimizada.

Equipos de respaldo y suministro de energía

Otra parte importante de la infraestructura de un DC son los equipos de suministro y respaldo de energía. Esto normalmente incluye sistemas de alimentación ininterrumpida, unidades de distribución de energía y cableado, pero también puede incluir generadores de emergencia.

a. Selección e instalación de equipos de energía

Equipos de suministro de energía tienen un impacto sustancial sobre la eficiencia del DC y tienden a permanecer en funcionamiento durante muchos años una vez instalados. La cuidadosa selección de los equipos de energía en

la fase de diseño, puede ofrecer importantes ahorros a lo largo de la vida útil de la instalación.

Otros equipos de apoyo

La energía también es usada en áreas externas a las instalaciones de los DC, como oficinas y espacios de almacenamiento. La eficiencia energética fuera de las áreas de los DC debería ser optimizada basada en relevantes estándares de construcción como las normas de la UE, LEED, BREEAM, entre otras.

a. Prácticas Generales

Las prácticas generales se aplican al DC y pueden extenderse al resto del edificio si no existe un estándar de construcción sostenible en uso.

Monitoreo

El desarrollo y la implementación de un monitoreo de energía y la presentación de informes estratégicos de gestión es fundamental para operar un centro de datos eficiente.

a. Uso de energía y medición ambiental

La mayoría de los centros de datos de la actualidad tienen poco o ninguna capacidad de medir el consumo de energía. Muchos ni siquiera tienen un medidor de servicio independiente. La capacidad de medir el uso de energía y factores que afectan el consumo de energía es un requisito previo para identificar y justificar las mejoras. También hay que señalar que la medición y la notificación de un parámetro también pueden incluir alertas si ese parámetro está fuera del rango de funcionamiento aceptable o esperado.

Recolección y registro del uso de energía y datos ambientales

a. Uso de energía e informes ambientales

Datos de consumo de energía y ambientales deben ser reportados para que sean de utilidad en la gestión de la eficiencia energética de las instalaciones.

b. Informes TIC

La utilización de los equipos de las TIC es un factor clave en la optimización de la eficiencia energética del centro de datos.

Diseño de red del DC

Esta área contiene los requisitos de diseño de la red para conectar los equipos presentes en el DC y el DC con otros DC.

3.1.2 INFRAESTRUCTURA DE USUARIOS FINALES

Los equipos de usuarios finales dentro de la organización son considerados como infraestructura de escritorio, los dispositivos de esta área son numerosos dentro de la infraestructura tecnológica por lo que su gestión se constituye en un potencial ahorro de energía.

El principal problema con los equipos de infraestructura de escritorio es el desperdicio de energía debido a la nula o escasa gestión de energía dentro de las organizaciones, muestra de esto es que el 50 % de los computadores de edificios comerciales permanecen encendidos en las noches y fines de semana, además restando el tiempo que el personal está usando sus computadores alrededor del 75% del tiempo estos están en desuso.¹⁹

Además se estima que un computador está activo durante el día alrededor de 6,9 horas, de las cuales está en desuso durante 3,9 horas, garantizar que los equipos estén en modo suspendido durante los períodos de inactividad reducirá su consumo de energía. Sin embargo, no es realista suponer que un computador pase a modo de suspensión, tan pronto como esté inactivo. Por lo general, existe un retraso específico antes de que el equipo pase a modo de suspendido.²⁰

¹⁹ Bray, M., "Review of Computer Energy Consumption and Possible Savings," Dragon Systems white paper, December 2006.

²⁰ Kawamoto, K., Shimoda, Y., and Mizuno, M., "Energy Saving Potential of Office Equipment Power Management," Energy and Buildings, pp. 915-923.

Elementos de infraestructura de usuarios finales

El principal componente de la infraestructura de escritorio son las computadoras personales y portátiles, pero en los últimos años su supremacía ha empezado a tener un reto por parte de las tabletas y teléfonos inteligentes, por lo que se están creando nuevos retos para que las organizaciones soporten estos dispositivos dentro de su infraestructura.

Se consideran componentes de la infraestructura de escritorio a los siguientes dispositivos:

- ✓ Computador portátil / escritorio
- ✓ Impresoras
- ✓ Tabletas
- ✓ Copiadoras

Manejadores de sostenibilidad en infraestructura de escritorio

Existen varios temas a ser tratados para reducir el uso de energía consumida por infraestructura de escritorio, e implementar una gestión de energía de escritorio.

Uno de los aspectos importantes en la gestión de infraestructura de escritorio es el patrón de uso de los computadores incluso sobre el consumo mismo de energía. El patrón de uso de un computador indica cuanto tiempo el computador permanece encendido, apagado o suspendido, por ejemplo un computador de energía eficiente que siempre este encendido puede consumir más energía que un computador normal que regularmente sea apagado.

Los computadores tienen estados de poder (modos de uso) y su consumo de energía puede variar de acuerdo a estos estados, los principales estados identificados son:

- ✓ **Activo:** computador encendido y listo para ser usado.
- ✓ **Bajo poder:** comúnmente referido al estado de suspendido o de hibernación.
- ✓ **Apagado:** computadores apagados pero conectado a corriente.

La principal métrica de consumo de energía es el vatio (w) el cual es un indicador de cuanta energía requiere un dispositivo en un determinado momento, si bien es posible obtener información del consumo de energía mediante las especificaciones de los fabricantes, es mejor realizar una medición de la energía consumida en un escenario real.

Otro factor importante del consumo total de energía de la infraestructura de escritorio es la migración hacia dispositivos móviles principalmente computadores portátiles y tabletas, los cuales consumen significativamente menos energía y son fácilmente manejables al pasar de modo encendido a apagado, además de que contribuyen indirectamente a la reducción de consumo de energía al generar menos calor disminuyendo así la carga sobre los equipos de enfriamiento.

También el consumo de energía de la infraestructura de escritorio se ve impactada por la necesidad de conectar en red los dispositivos de escritorio en términos de la cantidad de enlaces Ethernet que operan en una red. Aunque el uso de Gb Ethernet está incrementándose, la mayoría de los usuarios no requieren tal velocidad para realizar su trabajo, otro problema es que una oficina típica está sobre-aprovisionada con puntos de conexión de red resultando esto en que muchos puntos están siendo alimentados de energía pero no están siendo utilizados. Como resultado de esto, IEEE 802.3az²¹ Energy Efficient Ethernet se ha creado como una estándar que define mecanismos y protocolos destinados a reducir el consumo de energía de los enlaces de red.²²

Mejores prácticas en infraestructura de escritorio.

En los últimos años las organizaciones han pasado de ver a la eficiencia energética como una característica opcional en los equipos TIC a ser un estándar, debido al aumento de los costos de de infraestructura de escritorio y alta demanda de energía. Esto ha impulsado a las organizaciones a explorar estrategias de TI eficientes para reducir su huella de carbono y aprovechar de manera óptima reducción de consumo de energía.

²¹ IEEE 802.3az Energy Efficient Ethernet: Build Greener Networks

²² Frenzel, L.E., "IEEE and Broadcom bring forth Energy-Efficient Ethernet," Electronic Design, Dec 2010.

Responsabilidad social corporativa

Las Organizaciones deben desarrollar en su personal una responsabilidad social con el medio ambiente, mediante sesiones de sensibilización de las consecuencias ambientales que pueden provocar sus equipos. También se debe capacitar a los usuarios a cambiar el estado de poder de sus equipos a apagado o suspendido cuando estos no estén siendo utilizados.

La implementación solo de esta práctica no representa un aporte a la reducción de consumo de energía, únicamente se considera el punto inicial para empezar una concientización de los usuarios en el tema ambiental.

Herramienta de evaluación ambiental de productos electrónicos (Electronic Product Environmental Assessment Tool - EPEAT)

Las organizaciones al momento de la adquisición de equipos tecnológicos pueden tratar de incorporar EPEAT como una herramienta para la decisión de qué equipos van a ser adquiridos y se alinean mejor a su eco-objetivo.

Creado por los EE.UU. Green Electronic Council (GEC), EPEAT es un estándar que ayuda a identificar los equipos electrónicos ecológicos, es utilizada por cientos de empresas, universidades y agencias de gobierno en decenas de países. Sus requisitos rigurosos y bases de datos de búsqueda de productos, permiten que compradores eviten exageraciones de marketing y especificaciones confusas. Para los fabricantes que participan, EPEAT es una oportunidad de mostrar y validar los diseños ecológicos y de producción limpia por parte de los productores. EPEAT es una herramienta poderosa para mejorar el rendimiento de la sostenibilidad del medio ambiente, prácticamente en cualquier organización.²³

Los productos EPEAT están diseñados para reducir el consumo de energía, disminuir las actividades de mantenimiento y permitir el reciclaje de materiales incrementando su eficiencia y tiempo de vida de los productos computacionales.²⁴

²³ EPEAT registration of electronic products covers environmental criteria, and is based on the IEEE 1680 family of Environmental Assessment Standards. www.epeat.net/.

²⁴ Electronic Product Environmental Assessment Tool". Fecha de publicación 2009. Obtenida el 20 de mayo del 2009 de <http://www.epa.gov/epp/pubs/products/epeat.htm>

Virtualización de infraestructura de escritorio

Más allá de las características del hardware, el principal enfoque en infraestructura de escritorio verde es usar herramientas software para gestionar los objetivos orientados a la ecología a un nivel granular.

Un importante aspecto en este contexto es aplicar técnicas de Virtualización de infraestructura de escritorio en un servidor central remoto, incluyendo todos los programas, aplicaciones, procesos y datos. Esto permite a los usuarios correr y ejecutar aplicaciones desde un dispositivo como un teléfono inteligente, las cuales normalmente exceden la capacidad de dicho hardware.

La virtualización reduce el número total de servidores físicos que se ejecutan en el centro de datos mediante la consolidación de múltiples servidores virtuales en un solo servidor físico. Hasta el momento, la virtualización como un proceso de optimización se ha limitado a las estrategias de centros de datos con los escritorios excluidos de este proceso.²⁵

3.1.3 GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE ESCRITORIO.

Si bien es posible definir la energía utilizada por un único dispositivo, el reto para la organización es la forma de gestionar el consumo energético de toda su infraestructura de escritorio. La mayoría de las empresas empiezan con monitorización de la energía, pero hay un valor limitado en ese enfoque. Lo que una organización debe ser capaz de hacer es controlar los dispositivos que componen su infraestructura

Algunas soluciones de gestión de infraestructura de escritorio son ofrecidas por compañías como 1E, Verdiem, CA, JouleX y Greentrac que se centran en facilitar la administración de TI y establecer políticas para el control remoto de apagado de las computadoras. Esta capacidad está siendo aumentada por mantener los equipos apagados o en modo de suspensión, incluso durante el día cuando no están en uso.

²⁵ White Paper, Green Desktop Infrastructure, An Approach to Reduce Desktop Carbon Footprint, TCS

Uno de los enfoques para la gestión de la infraestructura de escritorio es ofrecido por ecoDesktop CA que permite a una organización construir una comprensión precisa de la utilización de la energía de cada máquina en la red a través de un sondeo remoto. La información sobre la longitud de tiempo que una máquina ha estado en un perfil de potencia particular puede volver por 12 meses. Esto permite a una organización crear una evaluación base, contra la cual se puedan tomar decisiones acerca de cómo ahorrar energía. Este enfoque permite a una organización elegir también escritorios dentro de su entorno con características energéticas que mejor se adapten a la forma en que realmente la máquina que se utiliza, Por desgracia, a partir de este escrito, no es posible acceder a bases de datos de los programas EPEAT y Energy Star mediante el uso de interfaces de programación de aplicaciones (API).

Las organizaciones generalmente necesitan llevar a cabo los siguientes pasos, mejorar su gestión de infraestructura e escritorio:

Establecer un mandato para la modernización de la infraestructura y la eficiencia energética.

El departamento de TI debería decidir cuales temas son prioridad y lanzar proyectos para su adaptación. Idealmente, sus planes deben contar con el apoyo de la alta dirección, especialmente una vez que ellos han articulado y definido claramente el objetivo para ahorrar energía.

Establecer un equipo verde de TI.

Mientras que un proyecto de este tipo necesita un patrocinador ejecutivo, el equipo necesita personal verdes en otras áreas, como la gestión de las instalaciones o adquisiciones.

Investigar métricas de energía

Reunir información sobre datos de energía y usuario necesarios para realizar un seguimiento, como los patrones de uso de las computadoras, consumo de energía y un inventario de activos hasta al día.

Ensamblar e implementar un plan de acción

Basándose en las métricas iniciales, investigar los objetivos de la organización, y que se debe hacer para cumplirlos, se debe tener claro qué elementos del plan se refieren a la creación de políticas, y cuales se refieren a la ejecución e implementación.

Optimizar la estrategia

Esta parte del plan le da la oportunidad de averiguar qué equipos de la infraestructura no se ajustan a sus planes o políticas, y qué puede hacer al respecto.

Factores por los cuales las organizaciones no implementan gestión de energía de escritorio

A continuación se detallan los factores importantes por los cuales las organizaciones no implementan gestión de infraestructura de escritorio.²⁶

- ✓ **La potencia usada en encender un computador niega cualquier beneficio de apagarla:** el promedio de consumo de la infraestructura de escritorio es 89 w, de acuerdo a Forrester, si se deja durante 16 horas consumirá 1.42 Kw/hr de energía.
- ✓ **Protectores de pantalla ahorran energía:** un protector de pantalla que muestra imágenes en movimiento consume electricidad tanto como un computador activo, mientras que algunos protectores de pantalla con gráficos intensivos pueden provocar un consumo del doble de energía.

²⁶ ITU, Toolkit and environmental guide for sector TI. 2012

- ✓ **Encender y apagar un computador reduce su rendimiento y su vida útil:** las computadoras pueden manejar 40000 ciclos de encendido y apagada antes de fallar.
- ✓ **Administradores de TI no pueden ejecutar actualizaciones sobre computadores suspendidos o apagados:** existen muchas tecnologías que permiten a los administradores activar los computadores suspendidos para proceder a realizar actualizaciones, ejemplo WAKE-ON LAN o INTEL VPRO.
- ✓ **Los usuarios no toleran el tiempo de baja provocado por la gestión de energía de escritorio:** los usuarios tienen muy poca paciencia en el tiempo que el computador toma en encenderse.

En general, el problema de percepción sobre la gestión de energía de escritorio es un tema cultural y cambiar estos factores requiere no solo de una imposición de políticas por parte del departamento de TIC.

3.1.4 END OF LIFE (EOL)

EOL, es el término empleado para referirse a los equipos TIC que dejan de cumplir con las funciones específicas por las cuales existían y pasan a ser residuos electrónicos es decir el fin de la vida útil de los equipos.

En la actualidad la demanda de los equipos TIC es alta pero su vida útil es relativamente corta con respecto a los avances tecnológicos, por lo que el aumento de residuos electrónicos va en ascenso y es importante darles un tratamiento adecuado posterior al fin de su vida útil para que estos no afecten en forma negativa al medio ambiente, siendo desechados o quedando obsoletos, por lo que es importante tener en cuenta alternativas que permitan extender la vida útil de los equipos TIC.

Es aconsejable llevar a cabo una prueba de funcionalidad, ya que se puede determinar las mejores opciones disponibles para la extensión o tratamiento del fin de la vida, de acuerdo al estado particular de cada equipo, un ejemplo de las pruebas de funcionalidad que se pueden llevar a cabo se observan en el ANEXO 2.

Se deberá tener en cuenta que en ciertos casos el elemento entero no puede ser considerado en buenas condiciones de funcionamiento, sin embargo, sus piezas y componentes sí, lo que puede determinarse mediante la ejecución de pruebas específicas, generalmente en instalaciones especializadas en el manejo de productos TIC, ya que usan tecnología compleja y requieren metodologías de prueba especializadas que pueden no estar disponibles para uso general.

Descripción general de la cadena de gestión del fin de la vida de los equipos TIC

Una vez que se ha determinado que un equipo se convirtió en residuo, la cadena de suministro inversa permitirá una gestión adecuada y ambientalmente racional de los residuos electrónicos. El proceso de la cadena de suministro inversa consiste en 3 pasos:

1. Identificar y recolectar los residuos TIC.

El objetivo es garantizar que los residuos que se generan se traten adecuadamente, para su exclusión final o reciclaje. Un manejo inadecuado de los residuos electrónicos puede ocurrir como resultado del comportamiento inadecuado de las partes interesadas, así como la falta de infraestructura técnica apropiada de la cadena de suministro inversa.

2. Ordenar, desmantelar y pre-procesar.

El objetivo es liberar y dirigir los residuos electrónicos a un posterior tratamiento que sea ambientalmente racional. Las sustancias peligrosas tienen que ser eliminadas y almacenadas o tratadas de forma segura, mientras que los componentes / materiales que pueden ser reutilizados o reciclados

necesitan ser retirados para su reutilización o para ser dirigidos a procesos de recuperación eficientes.

3. Procesar los componentes que no están destinados para su reutilización.

El objetivo es garantizar que la recuperación o eliminación final del material se llevó a cabo, con el fin de asegurar que la materia prima vuelva a entrar en el ciclo económico como productos nuevos.

La eficiencia de la cadena de suministro inversa y su capacidad para satisfacer las necesidades sociales, económicas y ambientales depende de cuan involucrados estén los actores en los diferentes pasos y además que sus responsabilidades estén claramente definidas.

Gestión de EOL: pasos en la organización

Desde una perspectiva interna, para una administración exitosa de los residuos es necesario que cada organización no solo entienda que tipo de residuos genera sino también sistematizar el proceso para su reutilización, reciclaje o eliminación segura, los pasos a seguir para la eliminación de residuos responsable son los siguientes:

1. ¿Quién es el responsable del EOL dentro de la organización?

Es muy importante definir e identificar funciones y responsabilidades claras para cada departamento. Típicamente en las grandes organizaciones los encargados de los equipos TIC son el departamento de TI.

2. ¿Qué se debe hacer?

Se debe tener un registro adecuado y clasificado de todos los equipos TIC existentes, esto ayudará a dar un seguimiento apropiado de los equipos que han terminado su vida útil, sería conveniente utilizar un software especializado que realice esta gestión.

3. ¿Dónde se almacenan los residuos electrónicos?

Se debe disponer de un espacio de almacenamiento adecuado con la capacidad suficiente para almacenar todos los desechos electrónicos de manera segura y además se requieren normas de almacenamiento para cada categoría de desechos electrónicos.

4. ¿Cómo se puede proveer de soluciones de administración de EOL?

La organización debe identificar un contacto autorizado adecuado para reciclar los residuos electrónicos, y entrar en un acuerdo con este reciclador. Se pueden fomentar opciones alternativas, como las actualizaciones en los equipos existentes, o la reutilización de equipos electrónicos en diferentes departamentos antes de su eliminación final.

5. Documentación.

Los residuos electrónicos que se recolectan necesitan estar documentados, como una prueba de la cantidad total de productos que se han dispuesto para el reciclaje o re-uso.

Administración del fin de la vida: etapas y jerarquía de residuos

El principio de jerarquía de residuos provee los pasos a seguir en función de la utilidad de estos, para su administración. Los objetivos de este principio son minimizar la generación de residuos mediante el uso de alternativas tales como la prevención, reducción, re-uso, reciclaje y recuperación de equipos TIC antes de considerar la su eliminación final.

Entender los objetivos de administración de los equipos TIC que han terminado su vida útil ayudará a destacar la importancia de las diferentes etapas, para demostrar la forma en que están unidas entre sí y así identificar sus riesgos, limitaciones y oportunidades, además de los requisitos legales asociados con el proceso.

a. Administración de activos

La gestión de activos se entiende como una práctica que tiene por objetivo maximizar la rentabilidad de los equipos TIC obsoletos o excedentes, lo cual se logra extendiendo el ciclo de vida de los equipos TIC antes de su desmantelamiento y eliminación final.

b. Administración de la seguridad de la información

En relación con la seguridad de los datos, es un deber de las organizaciones destruir la información contenida en los medios de almacenamiento que han finalizado su vida útil y proteger los datos locales de la organización. Existen dos métodos para asegurar que no haya fuga de datos y éstos son: paquetes de software para destrucción de datos lo cual permite que el medio de almacenamiento sea vendido para su reutilización o donado para uso caritativo. El otro método de destrucción segura de datos es por medio de la desmagnetización, este método utiliza campos electromagnéticos que perturban el área de la superficie de la unidad de disco duro en la que se almacenan los datos, por lo que es irrecuperable, si no se puede eliminar la información del medio de almacenamiento este debe ser destruido físicamente.

c. Logística inversa

La logística se ocupa de los aspectos derivados en la gestión de la cadena de suministros, es una actividad con un enorme potencial de crecimiento que ha sido definida como la última opción para la reducción de costes en las empresas, además de convertirse en una importante y novedosa fuente de oportunidades que ayuda a preservar el medio ambiente enfocándose en 5 objetivos claves: sustitución de compras, reducción de insumos vírgenes, reciclaje, sustitución de materiales, y gestión de residuos.

En esta actividad, los equipos TIC son transportados desde diferentes ubicaciones a los almacenes donde son recogidos o pre-procesados esto puede incluir procesos de segregación, desmontaje y preparación para su

reutilización, es aconsejable realizar pruebas a los equipos TIC para evaluar la posibilidad de su reutilización de características técnicas y cosméticas. Algunos de los aspectos que deben ser tenidos en cuenta a la hora de pensar en la logística inversa son volúmenes, puntos de recogida y movimientos transfronterizos, así como el destino final de los productos obtenidos.

d. Desmontaje y segregación

El desmontaje y la segregación de equipos electrónicos tiene como objetivo evitar costos altos al eliminar residuos peligrosos y recuperar de forma ecológica componentes de equipos tecnológicos, esto involucra procesos manuales o mecanizados, depende principalmente del estado económico de la organización, pero se debe tomar en cuenta que los procesos manuales producen equipos y componentes separados limpiamente que van a ser mejor reutilizados, lo cual implica una recuperación eficiente de sus partes y además se consigue material adicional que no sería posible obtener mediante procesos mecanizados.

Al desmontar equipos TIC por medio del trabajo manual no se requiere habilidades tecnológicas significativas, aunque siempre es muy importante la formación de trabajadores que se guíen en manuales de seguridad para llevar a cabo tareas específicas en el proceso, comúnmente las personas involucradas en este proceso son los recicladores y compañías autorizadas especializados en la re manufacturación.

e. Re manufacturación

Es un proceso industrial de reciclado y manufactura de productos TIC tan buenos como los nuevos, pero hechos a partir de insumos procedentes de partes o componentes recuperados de equipos TIC usados, en términos generales es un proceso productivo de manufactura que transforma los bienes que han perdido su vida útil en insumos para re fabricar un producto análogo al usado, pero con una nueva vida, desempeño, calidad y garantía, su objetivo

es cerrar el ciclo y reducir la demanda de recursos naturales (metales, tierras raras).

Las instalaciones que se encargan de la reconstrucción deberán garantizar que los componentes retirados de equipos de TIC y otros equipos que se destinan a su reutilización, se manejan de una manera adecuada que conserve su valor, además deberán estar en conformidad con las disposiciones locales y permisos u otras autorizaciones que están relacionados con el medio ambiente, salud y seguridad humana.

En los países en vías de desarrollo, la re manufacturación de todo tipo de aparatos eléctricos y electrónicos, incluidos los equipos de TIC, es una actividad económica importante que permite proveer a los consumidores, equipos con la misma funcionalidad a menor costo. Los trabajadores que participan en la re manufacturación de equipos eléctricos y electrónicos usados, a menudo tienen una educación comparativamente alta y la mayoría de ellos pasó por un sistema de aprendizaje específico del sector.

f. Re-uso

Es la extensión de la vida de los equipos TIC o sus componentes, para el mismo propósito para el cual fueron inicialmente concebidos u otros usos y esto puede o no involucrar cambios del equipo. Los componentes pueden ser re usados en el proceso de re manufacturación, los involucrados son los fabricantes, los dueños de los equipos y los recicladores autorizados a re-manufacturar.

Reciclaje y recuperación

Es un proceso que consiste en someter a un equipo o componente TIC que ya ha sido utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener materia prima o un nuevo producto a partir de sus residuos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida.

Luego de que se haya realizado el proceso de reciclaje continua la recuperación que puede ser realizada por empresas públicas o privadas, consiste únicamente en la recolección y transporte de los residuos o materia prima hacia la siguiente etapa de procesamiento que podría ser la re manufacturación o la eliminación final.

El reciclado de los residuos electrónicos permite recuperar minerales y materiales escasos (cuya obtención genera, a su vez, daño ambiental), reduce el impacto que genera la degradación de estos residuos en basurales comunes y disminuye el coste de producción de materia prima.

a. Reciclaje de baterías

El reciclaje de baterías tiene como objetivo minimizar el impacto ambiental generado por los metales pesados y productos químicos tóxicos que se encuentran en las pilas que se desechan como residuos sólidos urbanos. Esta práctica ha aumentado dramáticamente los riesgos de contaminación del suelo y la contaminación del agua.

En TIC móviles, las baterías son de dos tipos, ambos se basan en la química del litio, unas son aproximadamente del tamaño de una moneda y, a veces se las llama "pila de botón" y otras mucho más grandes recargables de iones de litio en un computador portátil que ofrece potencia de funcionamiento eléctrico. Esta batería de mayor tamaño debe ser removida y no triturada, a menos que el equipo de trituración tenga los recursos necesarios de control de contaminación para manejar este tipo de operaciones, y además tenga una licencia que le permita cumplir con dicho proceso.

Un ejemplo general que proporciona una visión general de las diferentes etapas de EOL se presenta en la siguiente figura:

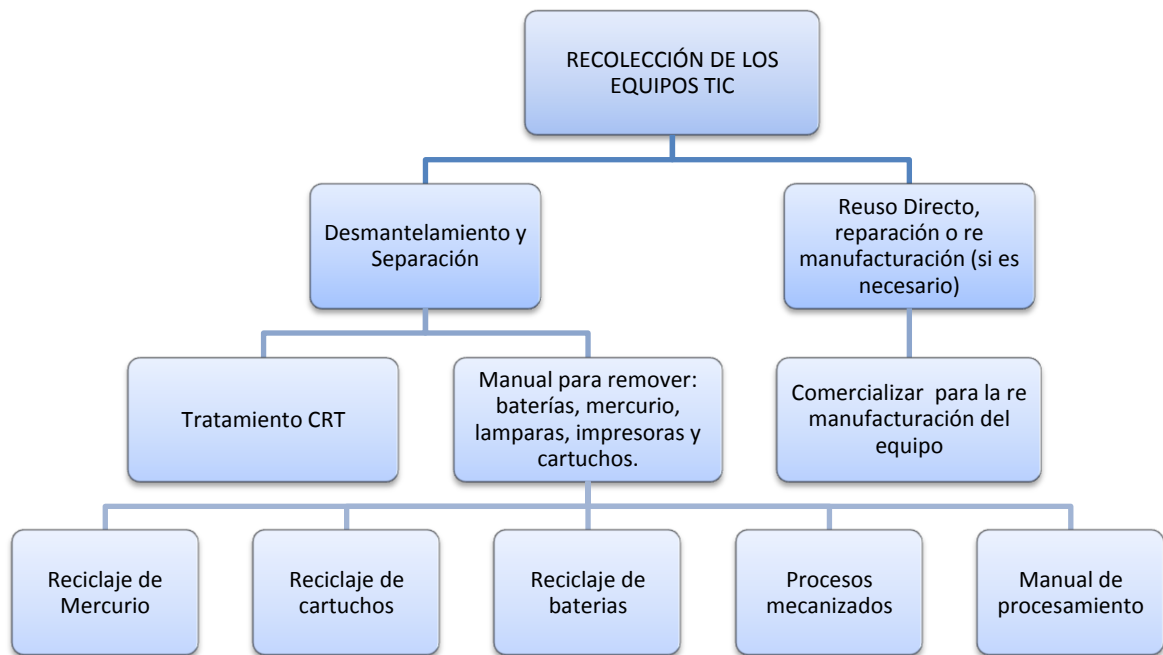


Gráfico 3-3: Administración EOL para equipos TIC²⁷

²⁷ ITU, Toolkit and enviromental guide for sector TI. 2012

3.2 ELABORACIÓN DE LA ENTREVISTA Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

3.2.1 OBJETIVO DE LA ENTREVISTA

Recopilar información que permita analizar la gestión de TIC en las instituciones de educación superior públicas de Pichincha, para poder conocer si dicha gestión toma en cuenta parámetros, criterios y acciones que apoyen a la sostenibilidad del medio ambiente.

3.2.2 DISEÑO DE LA ENTREVISTA

El diseño de la entrevista se basa en el capítulo III, las preguntas propuestas en esta entrevista cubren aspectos de gestión tecnológica en las áreas del DC, Infraestructura de usuarios finales y EOL. A continuación se presentan cada una de las preguntas y sus objetivos, el documento final que se utilizó en las entrevistas se encuentra en el ANEXO 1.

PREGUNTA	OBJETIVO
<p>1. ¿Poseen políticas definidas y documentadas para gestionar el funcionamiento del DC?</p> <p>Según su criterio ¿Considera usted que algunas de sus políticas para la gestión del funcionamiento del DC contribuyen directa o indirectamente a mejorar la sostenibilidad del medio ambiente?</p>	<p>Conocer si las políticas definidas para la gestión del DC en la organización, involucran aspectos de sostenibilidad ambiental.</p>
<p>2. ¿Además de considerar el factor económico y de rendimiento de los equipos TIC se toma en cuenta algunos de los siguientes aspectos, al momento de solicitar nuevos equipos TIC?</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Consumo de energía ✓ Rangos operativos de temperatura y humedad ✓ Regulaciones verdes ✓ Densidad de la potencia configurada ✓ Dirección del flujo de aire configurado. ✓ Sistema EPEAT 	<p>Conocer los parámetros que se toman en cuenta al momento de solicitar nuevos equipos TIC y concluir si se incluyen o no parámetros de sostenibilidad ambiental.</p>

PREGUNTA	OBJETIVO
3. ¿Se toma en cuenta la etiqueta ENERGY STAR (o equivalentes) al momento de solicitar nuevo equipo hardware TIC para el DC?	Conocer si se considera el etiquetado ENERGY STAR u otro etiquetado verde en el proceso de adquisición de nuevo HW TIC.
4. ¿Han aplicado técnicas de virtualización de servidores en el DC?	Identificar el porcentaje de virtualización en la organización y las razones por las que se aplican técnicas de virtualización.
5. ¿La unidad de TI está a cargo del desarrollo y adquisición de SW?	Conocer si al desarrollar o adquirir SW se considera el consumo de energía que producirá el HW para el correcto funcionamiento del SW.
6. ¿Con respecto a la infraestructura del DC se mantiene un registro de todos los equipos y servicios que se encuentran actualmente en funcionamiento?	Determinar la magnitud del DC para contrastar con los aspectos tomados en cuenta en la gestión del DC.
7. ¿Se ha realizado una evaluación de desempeño a los servidores que se encuentran en el DC?	Conocer la importancia que se da a la subutilización o sobreutilización de los componentes de los servidores.
8. ¿Existen políticas o procedimientos para la administración de almacenamiento de datos en el DC? Las políticas consideran los datos que deberían ser almacenados, por cuanto tiempo, con qué nivel de protección y redundancia	Conocer si las políticas de almacenamiento consideran el tiempo que se deben almacenar los datos para de esta forma reducir la adquisición de equipos de almacenamiento innecesarios.
9. ¿El actual sistema de enfriamiento considera los temas básicos de gestión de flujo de aire como son: a.) Contendor de aire caliente o frio? b.) Pasillos de aire caliente o frio?	Conocer si el diseño de flujo de aire cumple con especificaciones básicas para reducir el consumo de energía.
10. ¿El actual diseño del sistema enfriamiento toma en cuenta la separación de equipos en distintas áreas físicas dependiendo de sus rangos ambientales operativos y además de los operadores del DC?(Temperatura y humedad)	Conocer si los equipos del DC están agrupados dependiendo de sus características operativas.

PREGUNTA	OBJETIVO
11. ¿Se configura los UPS del DC en modo operativo de optimización de consumo de energía?	Conocer si los UPS en el DC están configurados para optimizar energía.
12. ¿Qué tipo de fuente alterna de generación de energía está disponible para el DC?	Conocer si se ha innovado con fuentes de energía alterna amigables con el medio ambiente.
13. ¿La unidad de TI conoce el consumo de energía a nivel institucional? a.) ¿Poseen información sobre el consumo de energía del DC? b.) ¿Se realiza monitoreo de consumo de energía de los equipos TIC? c.) ¿Se realizan informes del consumo de energía en los DC?	Conocer la importancia que se da a la medición del consumo de energía de la infraestructura del DC y saber si se realizan informes con estos datos.
14. ¿Poseen políticas de apagado de equipos de usuarios finales en las noches y fines de semana?	Conocer si existe preocupación por definir políticas que aseguren el apagado de equipos en horas de desuso.
15. ¿Se ha considerado proponer migrar los equipos de usuarios finales a equipos portátiles considerando que consumen significativamente menos energía que los equipos de escritorio y son fácilmente manejables para pasar de modo encendido ha apagado?	Conocer si en la organización se han analizado posibilidades de migrar en lo posible a dispositivos móviles que reduzcan el consumo de energía.
16. ¿La unidad de TI ha impartido o recibido charlas de concientización acerca del consumo de energía de los equipos TIC?	Conocer si la unidad de TI se preocupa por indagar y brindar información acerca de concientización de energía en equipos TIC.
17. ¿El área de TI ha propuesto usar especificaciones ambientales como Energy Star, EPEAT u otros para la adquisición de equipos de usuarios finales?	Conocer si en el proceso de solicitud y adquisición de equipos de usuarios finales se toman en cuenta especificaciones ambientales.
18. ¿Utilizan virtualización de infraestructura de escritorio?	Conocer si aplican técnicas de virtualización de infraestructura de escritorio y sus motivos para hacerlo.
19. ¿Han establecido políticas acerca de gestión de energía de infraestructura de escritorio?	Conocer si realiza gestión de energía de infraestructura de escritorio y que procedimientos realizan.

PREGUNTA	OBJETIVO
<p>20. Dentro de la organización, ¿existen actividades definidas para gestionar los residuos electrónicos?</p>	<p>Conocer que procedimientos se realizan después de que un equipo TIC ha pasado a ser un residuo electrónico.</p>
<p>21. ¿Se aplica la cadena de suministro inversa para la gestión de los residuos electrónicos?</p>	<p>Conocer si se aplica la cadena de suministro inversa a los equipos considerados residuos.</p>
<p>22. Una vez que un equipo ha finalizado su vida útil, ¿cuál es el tratamiento que se le da a dicho equipo?</p> <p>¿Realizan alguno de estas estos procesos?</p> <p>Administración de la seguridad de la información.</p> <p>Logística inversa</p> <p>Desmontaje y segregación</p> <p>Re manufacturación</p> <p>Re-uso</p> <p>Reciclaje y recuperación</p> <p>Reciclaje de baterías</p> <p>¿Mantienen acuerdos con empresas especializadas que realicen los procesos anteriores?</p>	<p>Conocer las actividades en general que se realizan después de que un equipo electrónico a culminado su vida útil y conocer si después de todo el proceso realizado por parte de la organización existen acuerdos con empresas especializadas para continuar con la eliminación final de los residuos electrónicos.</p>

Tabla 3-2: Preguntas y objetivos de la entrevista.²⁸

3.2.3 REALIZACIÓN DE LA ENTREVISTA Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Las entrevistas realizadas a los responsables del área de gestión de información de las diferentes universidades y escuelas politécnicas involucradas fueron efectuadas en las instalaciones de las instituciones estudiadas en el presente proyecto, la información recolectada en las entrevistas se encuentra en formato digital²⁹.

²⁸ Elaborado por los autores.

²⁹ Carpeta ResultadosEntrevistas

3.2.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA

Análisis multicriterio

a. Identificar los criterios de evaluación

De acuerdo a la información obtenida en las entrevistas, y a las áreas especificadas en el capítulo III, se ha definido los siguientes criterios que ayudarán en la evaluación cuantitativa de la gestión de TIC que se realiza en las universidades involucradas.

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN
DATA CENTER	
Políticas Gestión del DC	Definir y documentar políticas
	Verificar que las políticas se apliquen
	Enfocar las políticas en apoyar la sostenibilidad ambiental
Adquisición Equipos del DC	Considerar solo factores de capacidad y rendimiento
	Considerar además de factores de consumo energético, condiciones ambientales.
	Usar de la herramienta EPEAT
	Etiquetado ENERGY STAR u otros
Gestión Equipos del DC	Configurar los equipos para optimizar energía antes de que empiecen su funcionamiento
	Documentar procedimientos para configurar los equipos
Virtualización Equipos del DC	Aplicar técnicas de virtualización en el la infraestructura del DC
	Porcentaje de infraestructura virtualizada*
Desarrollo de Software	Utilizar e investigar técnicas para desarrollar software que optimice energía
	Adquirir software que optimice energía de HW sin afectar su correcto funcionamiento
Gestión Equipos del DC	Registrar los equipos y servicios
	Clasificar los servicios y equipos por valor organizacional
	Registrar y clasificar los equipos y servicios en base a un estándar

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN
Gestión Equipos del DC	Evaluar permanente de la capacidad y rendimiento de la infraestructura del DC
	Optimizar la capacidad y rendimiento de la infraestructura del DC
Gestión de Datos del DC	Definir y documentar políticas o procedimientos para la administración de datos
	Verificar que las políticas se apliquen
	Reducir el almacenamiento lógico y físico de datos por medio de las políticas
Gestión del Enfriamiento del DC	Reducir el consumo de energía de los equipos de enfriamiento aplicando especificaciones básicas en el diseño del enfriamiento
Gestión del Enfriamiento del DC	Agrupar los equipos considerando sus características ambientales
	Separar los equipos de los operadores
Mantenimiento de Equipos Enfriamiento	Definir un calendario de revisión de las unidades CRAC
Gestión Equipos de Energía	Configurar los UPS en sus modos de optimización de consumo de energía
Fuente alterna de energía para el DC	Utilizar un generador de energía que use combustible renovable
Consumo Energía del DC	Disponer de medidor de energía exclusivo para el DC
	Medir el consumo de energía de forma manual o automatizada únicamente de los equipos TIC del DC
	Realizar informes a niveles superiores sobre el consumo de energía y condiciones ambientales del DC

Tabla 3-3: Criterios de evaluación centro de procesamiento de datos³⁰

³⁰ Elaborada por los autores

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN
INFRAESTRUCTURA DE USUARIOS FINALES	
Gestión de equipos de usuarios	Definir y documentar políticas de apagado de equipos de usuarios finales en tiempo de inactividad
	Controlar la aplicación de la política de forma manual o automatizada
	Fomentar el apagado de equipos de usuarios finales en tiempo de inactividad como una buena práctica
Dispositivos Móviles	Realizar un estudio de factibilidad de migración de equipos de escritorio a dispositivos móviles
	Migrar la infraestructura a dispositivos móviles
Concientización Consumo de Energía	La Unidad de Gestión de Información ha participado en charlas sobre el consumo de energía de los equipos TIC
	La unidad de gestión de ha brindado charlas de concientización de consumo de energía
Adquisición equipos de usuarios finales.	Considerar el etiquetado ENERGY STAR en el proceso de selección de nuevos equipos para usuarios finales
	Usar la herramienta EPEAT en el proceso de selección de equipos de usuarios finales
Virtualización de escritorios	Virtualizar la infraestructura de usuarios finales
	Porcentaje de virtualización de infraestructura de usuarios finales*
Gestión de energía de infraestructura de usuarios	Proponer la modernización de la infraestructura y la eficiencia energética
	Investigar métricas de sostenibilidad de infraestructura de usuarios
	Construir un plan de acción para gestionar el consumo de energía de infraestructura de usuarios finales

Tabla 3-4: Criterios de evaluación infraestructura de usuarios finales.³¹

³¹ Elaborada por los autores

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN
FIN DE LA VIDA ÚTIL (EOL)	
Pruebas de funcionalidad – obsolescencia	Realizar pruebas de funcionalidad
	Documentar las pruebas de funcionalidad
	Considerar únicamente el tiempo de vida útil especificado en la ley
Residuos electrónicos	Definir un responsable de gestión de residuos dentro de la unidad de TIC
	Registrar los equipos en desuso
	Definir un lugar adecuado de almacenamiento de equipos obsoletos
	Dar seguimiento al re-uso o eliminación final de los equipos desechados
Cadena de suministro inversa	Aplicar la cadena de suministro inversa
Actividades residuos electrónicos	Definir actividades para el tratamiento de residuos electrónicos
	Mantener convenios con instituciones especializadas en tratamiento de residuos electrónicos
	Manejar adecuadamente las baterías en desuso generadas

Tabla 3-5: Criterios de evaluación EOL.³²

b. Construir las escalas de evaluación

Las escalas de evaluación de acuerdo a los criterios definidos, serán las siguientes:

- ✓ Neutral: indica que el criterio no se ha tomado en cuenta en el modelo de gestión.
- ✓ Importante: indica que el criterio se toma en cuenta pero no hay control de cumplimiento.
- ✓ Muy importante: indica que el criterio se toma en cuenta y además se controla su cumplimiento.

³² Elaborada por los autores

Por medio de la información obtenida de las entrevistas realizadas en las diferentes universidades públicas de Pichincha, la escala se acopla a la evaluación de los criterios debido a que en base de la información obtenida se puede determinar la importancia que se da a la sostenibilidad del medio ambiente en las universidades públicas de Pichincha.

c. Construir las funciones de valor

El valor asignado a la escala de evaluación definida de acuerdo a la importancia es el siguiente:

ESCALA	VALOR
Neutral	0
Importante	5
Muy importante	10

Tabla 3-6: Funciones de valor³³

La escala es lineal a mayor importancia, mayor valor.

d. Asignar un peso relativo a cada criterio

Se asignará un peso a cada criterio para indicar su importancia relativa en cada área (los pesos deben sumar 1 en el área), y el peso de cada criterio se asignará arbitrariamente respaldándose en el conocimiento que han adquirido los autores en la realización de este proyecto de titulación.

³³ Elaborada por los autores.

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO
DATA CENTER		
Políticas Gestión del DC	Definir y documentar políticas	0.3
	Verificar que las políticas se apliquen	0.3
	Enfocar las políticas en apoyar la sostenibilidad ambiental	0.4
	Total:	1
Adquisición Equipos del DC	Considerar además de factores de consumo energético, condiciones ambientales.	0.3
	Usar de la herramienta EPEAT	0.4
	Etiquetado ENERGY STAR u otros	0.3
	Total:	1
Gestión Equipos del DC	Configurar los equipos para optimizar energía antes de que empiecen su funcionamiento	0.5
	Documentar procedimientos para configurar los equipos	0.5
	Total:	1
Virtualización Equipos del DC	Aplicar técnicas de virtualización en el la infraestructura del DC	0.5
	Porcentaje de infraestructura virtualizada*	0.5
	Total:	1
Desarrollo de Software	Utilizar e investigar técnicas para desarrollar software que optimice energía	0.5
	Adquirir software que optimice energía de HW sin afectar su correcto funcionamiento	0.5
	Total:	1
Gestión Equipos del DC	Registrar los equipos y servicios	0.3
	Clasificar los servicios y equipos por valor organizacional	0.3
	Registrar y clasificar los equipos y servicios en base a un estándar	0.4
	Total:	1
Gestión Equipos del DC	Evaluar permanente de la capacidad y rendimiento de la infraestructura del DC	0.5
	Optimizar la capacidad y rendimiento de la infraestructura del DC	0.5
	Total:	1

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO
Gestión de Datos del DC	Definir y documentar políticas o procedimientos para la administración de datos	0.3
	Verificar que las políticas se apliquen	0.3
	Reducir el almacenamiento lógico y físico de datos por medio de las políticas	0.4
	Total:	1
Gestión del Enfriamiento del DC	Reducir el consumo de energía de los equipos de enfriamiento aplicando especificaciones básicas en el diseño del enfriamiento	1
	Total:	1
Gestión del Enfriamiento del DC	Agrupar los equipos considerando sus características ambientales	0.5
	Separar los equipos de los operadores	0.5
	Total:	1
Mantenimiento de Equipos Enfriamiento	Definir un calendario de revisión de las unidades CRAC	1
	Total:	1
Gestión Equipos de Energía	Configurar los UPS` s en sus modos de optimización de consumo de energía	1
	Total:	1
Fuente alterna de energía para el DC	Utilizar un generador de energía que use combustible renovable	1
	Total:	1
Consumo Energía del DC	Disponer de un medidor de energía exclusivo para el DC	0.3
	Medir el consumo de energía de forma manual o automatizada solo de los equipos TIC del DC	0.3
	Realizar informes a niveles superiores del consumo de energía y condiciones ambientales del DC	0.4
	Total:	1

Tabla 3-7: Pesos relativos – criterios centro de procesamiento de datos.³⁴

³⁴ Elaborado por los autores.

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO
INFRAESTRUCTURA DE USUARIOS FINALES		
Gestión de equipos de usuarios	Definir y documentar políticas de apagado de equipos de usuarios finales en tiempo de inactividad	0.5
	Controlar la aplicación de la política de forma manual o automatizada	0.3
	Fomentar el apagado de equipos de usuarios finales en tiempo de inactividad como una buena práctica	0.2
	Total:	1
Dispositivos Móviles	Realizar un estudio de factibilidad de migración de equipos de escritorio a dispositivos móviles	0.4
	Migrar la infraestructura a dispositivos móviles	0.6
	Total:	1
Concientización Consumo de Energía	La Unidad de Gestión de Información ha participado en charlas sobre el consumo de energía de los equipos TIC	0.5
	La unidad de gestión de ha brindado charlas de concientización de consumo de energía	0.5
	Total:	1
Adquisición equipos de usuarios finales.	Considerar el etiquetado ENERGY STAR en el proceso de selección de nuevos equipos para usuarios finales	0.5
	Usar la herramienta EPEAT en el proceso de selección de equipos de usuarios finales	0.5
	Total:	1
Virtualización de escritorios	Virtualizar la infraestructura de usuarios finales	0.5
	Porcentaje de virtualización de infraestructura de usuarios finales*	0.5
	Total:	1
Gestión de energía de infraestructura de usuarios	Proponer la modernización de la infraestructura y la eficiencia energética	0.3
	Investigar métricas de sostenibilidad de infraestructura de usuarios	0.3
	Construir un plan de acción para gestionar el consumo de energía de infraestructura de usuarios finales	0.4
	Total:	1

Tabla 3-8: Pesos relativos – infraestructura de usuarios finales.³⁵

³⁵ Elaborado por los autores.

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO
FIN DE LA VIDA UTIL (EOL)		
Pruebas de funcionalidad – obsolescencia	Realizar pruebas de funcionalidad	0.5
	Documentar las pruebas de funcionalidad	0.5
	Considerar únicamente el tiempo de vida útil especificado en la ley	0
	Total:	1
Residuos electrónicos	Definir un responsable de gestión de residuos dentro de la unidad de TIC	0.2
	Registrar los equipos en desuso	0.2
	Definir un lugar adecuado de almacenamiento de equipos obsoletos	0.2
	Dar seguimiento al re-uso o eliminación final de los equipos desechados	0.2
	Total:	1
Cadena de suministro inversa	Aplicar la cadena de suministro inversa	1
	Total:	1
Actividades electrónicas residuos	Definir actividades para el tratamiento de residuos electrónicos	0.4
	Mantener convenios con instituciones especializadas en tratamiento de residuos electrónicos	0.3
	Manejar adecuadamente las baterías en desuso generadas	0.2
	Total:	1

Tabla 3-9: Pesos relativos – criterios EOL.³⁶

³⁶ Elaborado por los autores.

e. Evaluar los criterios

Para evaluar los criterios se utilizarán las funciones de valor de las escalas de evaluación definidas anteriormente, en base a la información obtenida del análisis cualitativo de las entrevistas realizadas³⁷, el resultado de la evaluación es el siguiente:

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE
DATA CENTER							
Políticas Gestión del DC	Definir y documentar políticas	5	10	10	10	10	0
	Verificar que las políticas se apliquen	5	5	5	5	5	0
	Enfocar las políticas en apoyar la sostenibilidad ambiental	0	5	10	10	5	0
Adquisición Equipos del DC	Considerar solo factores de capacidad y rendimiento	0	10	5	10	0	0
	Considerar además de factores de consumo energético, condiciones ambientales.	5	5	10	0	5	0
	Usar de la herramienta EPEAT	0	0	10	0	0	0
	Etiquetado ENERGY STAR u otros	10	0	0	0	0	10
Gestión Equipos del DC	Configurar los equipos para optimizar energía antes de que empiecen su funcionamiento	0	5	10	10	10	0
	Documentar procedimientos para configurar los equipos	0	0	0	10	10	0

³⁷ Adjunto en formato digital AnalisisCualitativo.docx.

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE
Virtualización Equipos del DC	Aplicar técnicas de virtualización en la infraestructura del DC	10	10	10	5	10	10
	Porcentaje de infraestructura virtualizada ³⁸	4	5	9	5	10	5
Desarrollo de Software	Utilizar e investigar técnicas para desarrollar software que optimice energía	0	0	0	0	0	5
	Adquirir software que optimice energía de HW sin afectar su correcto funcionamiento	0	0	0	0	0	0
Gestión Equipos del DC	Registrar los equipos y servicios	10	10	10	10	5	10
	Clasificar los servicios y equipos por valor organizacional	10	10	10	0	0	10
	Registrar y clasificar los equipos y servicios en base a un estándar	10	0	0	0	0	0
Gestión Equipos del DC	Evaluar permanente de la capacidad y rendimiento de la infraestructura del DC	10	10	10	10	0	10
	Optimizar la capacidad y rendimiento de la infraestructura del DC	0	10	10	10	0	10
Gestión de Datos del DC	Definir y documentar políticas o procedimientos para la administración de datos	5	10	5	10	5	0
	Verificar que las políticas se apliquen	10	5	5	10	0	0
	Reducir el almacenamiento lógico y físico de datos por medio de las políticas	5	0	0	0	0	0

³⁸ El valor con el que se evalúa en este caso es de 1 a 10 equivalentes al porcentaje 10% a 100%.

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE
Gestión del Enfriamiento del DC	Reducir el consumo de energía de los equipos de enfriamiento aplicando especificaciones básicas en el diseño del enfriamiento	10	10	10	10	10	10
Gestión del Enfriamiento del DC	Agrupar los equipos considerando sus características ambientales	0	0	0	10	0	0
	Separar los equipos de los operadores	5	5	5	5	5	5
Mantenimiento de Equipos Enfriamiento	Definir un calendario de revisión de las unidades CRAC	10	5	10	10	10	10
Gestión Equipos de Energía	Configurar los UPS en sus modos de optimización de consumo de energía	0	0	5	5	10	10
Fuente alterna de energía para el DC	Utilizar un generador de energía que use combustible renovable	0	0	0	0	0	0
Consumo Energía del DC	Disponer de medidor de energía exclusivo para el DC	0	0	0	0	0	0
	Medir el consumo de energía de forma manual o automatizada únicamente de los equipos TIC del DC	5	5	0	0	0	5
	Realizar informes a niveles superiores sobre el consumo de energía y condiciones ambientales del DC	0	0	0	0	0	0

Tabla 3-10 Evaluación criterios – Data Center.³⁹

³⁹ Elaborado por los autores.

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE
INFRAESTRUCTURA DE USUARIOS FINALES							
Gestión de equipos de usuarios	Definir y documentar políticas de apagado de equipos de usuarios finales en tiempo de inactividad	0	0	0	0	0	0
	Controlar la aplicación de la política de forma manual o automatizada	0	0	0	0	0	0
	Fomentar el apagado de equipos de usuarios finales en tiempo de inactividad como una buena práctica	10	5	0	0	0	0
Dispositivos Móviles	Realizar un estudio de factibilidad de migración de equipos de escritorio a dispositivos móviles	0	0	5	0	5	5
	Migrar la infraestructura a dispositivos móviles	0	0	0	0	0	0
Concientización Consumo de Energía	La Unidad de Gestión de Información ha participado en charlas sobre el consumo de energía de los equipos TIC	0	5	0	0	0	0
	La unidad de gestión de ha brindado charlas de concientización de consumo de energía	0	0	0	0	0	0
Adquisición equipos de usuarios finales.	Considerar el etiquetado ENERGY STAR en el proceso de selección de nuevos equipos para usuarios finales	5	0	0	0	0	5
	Usar la herramienta EPEAT en el proceso de selección de equipos de usuarios finales	0	0	0	0	0	0

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE
Virtualización de escritorios	Virtualizar la infraestructura de usuarios finales	0	5	0	5	0	0
	Porcentaje de infraestructura virtualizada ⁴⁰	0	1	0	0	0	0
Gestión de energía de infraestructura de usuarios	Proponer la modernización de la infraestructura y la eficiencia energética	5	0	5	0	0	0
	Investigar métricas de sostenibilidad de infraestructura de usuarios	0	0	0	0	0	0
	Construir un plan de acción para gestionar el consumo de energía de infraestructura de usuarios finales	0	0	0	0	0	0

Tabla 3-11 Evaluación criterios – Infraestructura de usuarios finales.⁴¹

⁴⁰ El valor con el que se evalúa en este caso es de 1 a 10 equivalentes al porcentaje 10% a 100%.

⁴¹ Elaborado por los autores.

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE
FIN DE LA VIDA UTIL (EOL)							
Pruebas de funcionalidad - obsolescencia	Realizar pruebas de funcionalidad	0	10	10	10	0	10
	Documentar las pruebas de funcionalidad	0	0	10	0	0	10
	Considerar únicamente el tiempo de vida útil especificado en la ley	10	0	10	0	0	0
Residuos electrónicos	Definir un responsable de gestión de residuos dentro de la unidad de TIC	10	10	0	0	0	10
	Registrar los equipos en desuso	0	10	0	5	0	10
	Definir un lugar adecuado de almacenamiento de equipos obsoletos	5	10	10	10	10	10
	Dar seguimiento al re-uso o eliminación final de los equipos desechados	0	0	0	0	0	0
Cadena de suministro inversa	Aplicar la cadena de suministro inversa	0	10	0	10	10	0
Actividades residuos electrónicos	Definir actividades para el tratamiento de residuos electrónicos	5	5	5	5	0	0
	Mantener convenios con instituciones especializadas en tratamiento de residuos electrónicos	0	10	0	0	0	0
	Manejar adecuadamente las baterías en desuso generadas	5	10	0	0	0	5

Tabla 3-12 Evaluación criterios – Infraestructura de usuarios finales.⁴²

⁴² Elaborado por los autores.

f. Presentar la puntuación final

El resultado final del análisis cuantitativo es el resultado de la multiplicación del peso relativo de cada criterio por el valor asignado en la evaluación, después de realizados los cálculos se presenta la siguiente información.

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE
DATA CENTER								
Políticas Gestión del DC	Definir y documentar políticas	0.3	1.5	3	3	3	3	0
	Verificar que las políticas se apliquen	0.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0
	Enfocar las políticas en apoyar la sostenibilidad ambiental	0.4	0	2	4	4	2	0
	Total:	1	3	6.5	8.5	8.5	6.5	0
Adquisición Equipos del DC	Considerar solo factores de capacidad y rendimiento	0	0	0	0	0	0	0
	Considerar además de factores de consumo energético, condiciones ambientales	0.3	1.5	1.5	3	0	1.5	0
	Usar de la herramienta EPEAT	0.4	0	0	4	0	0	0
	Etiquetado ENERGY STAR u otros	0.3	3	0	0	3	3	3
	Total:	1	4.5	1.5	7	3	4.5	3
Gestión Equipos del DC	Configurar los equipos para optimizar energía antes de que empiecen su funcionamiento	0.5	0	2.5	5	5	5	0
	Documentar procedimientos para configurar los equipos	0.5	0	0	0	5	5	0
	Total:	1	0	2.5	5	10	10	0

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE
Virtualización	Aplicar técnicas de virtualización en la infraestructura del DC	0.5	5	5	5	2.5	5	5
Equipos del DC	Porcentaje de infraestructura virtualizada ⁴³	0.5	2	2.5	4.5	2.5	5	2.5
	Total:	1	7	7.5	9.5	5	10	7.5
Desarrollo de Software	Utilizar e investigar técnicas para desarrollar software que optimice energía	0.5	0	0	0	0	0	2.5
	Adquirir software que optimice energía de HW sin afectar su correcto funcionamiento	0.5	0	0	0	0	0	0
	Total:	1	0	0	0	0	0	2.5
Gestión Equipos del DC	Registrar los equipos y servicios	0.3	3	3	3	3	1.5	3
	Clasificar los servicios y equipos por valor organizacional	0.3	3	3	3	0	0	3
	Registrar y clasificar los equipos y servicios en base a un estándar	0.4	4	0	0	0	0	0
	Total:	1	10	6	6	3	1.5	6
Gestión Equipos del DC	Evaluar permanente de la capacidad y rendimiento de la infraestructura del DC	0.5	5	5	5	5	0	5
	Optimizar la capacidad y rendimiento de la infraestructura del DC	0.5	0	5	5	5	0	5
	Total:	1	5	10	10	10	0	10

⁴³ El valor con el que se evalúa en este caso es de 1 a 10 equivalentes al porcentaje 10% a 100%.

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE
Gestión de Datos del DC	Definir y documentar políticas o procedimientos para la administración de datos	0.3	1.5	3	1.5	3	1.5	0
	Verificar que las políticas se apliquen	0.3	3	1.5	1.5	3	0	0
	Reducir el almacenamiento lógico y físico de datos por medio de las políticas	0.4	2	0	0	0	0	0
	Total:	1	6.5	4.5	3	3	1.5	0
Gestión del Enfriamiento del DC	Reducir el consumo de energía de los equipos de enfriamiento aplicando especificaciones básicas en el diseño del enfriamiento	1	10	10	10	10	10	10
	Total:	1	10	10	10	10	10	10
Gestión del Enfriamiento del DC	Agrupar los equipos considerando sus características ambientales	0.5	0	0	0	5	0	0
	Separar los equipos de los operadores	0.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	Total:	1	2.5	2.5	2.5	7.5	2.5	2.5
Mantenimiento de Equipos Enfriamiento	Definir un calendario de revisión de las unidades CRAC	1	10	5	10	10	10	10
	Total:	1	10	5	10	10	10	10
Gestión Equipos de Energía	Configurar los UPS en sus modos de optimización de consumo de energía	1	0	0	5	5	10	10
	Total:	1	0	0	5	5	10	10

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE
Fuente alterna de energía para el DC	Utilizar un generador de energía que use combustible renovable	1	0	0	0	0	0	0
	Total:	1	0	0	0	0	0	0
Consumo Energía del DC	Disponer de medidor de energía exclusivo para el DC	0.3	0	0	0	0	0	0
	Medir el consumo de energía de forma manual o automatizada únicamente de los equipos TIC del DC	0.3	1.5	1.5	0	0	0	1.5
	Realizar informes a niveles superiores sobre el consumo de energía y condiciones ambientales del DC	0.4	0	0	0	0	0	0
	Total:	1	1.5	1.5	0	0	0	1.5

Tabla 3-13 Puntuación Final – Data Center.⁴⁴

⁴⁴ Elaborado por los autores.

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE
INFRAESTRUCTURA DE USUARIOS FINALES								
Gestión de equipos de usuarios	Definir y documentar políticas de apagado de equipos de usuarios finales en tiempo de inactividad	0.5	0	0	0	0	0	0
	Controlar la aplicación de la política de forma manual o automatizada	0.3	0	0	0	0	0	0
	Fomentar el apagado de equipos de usuarios finales en tiempo de inactividad como una buena práctica	0.2	2	1	0	0	0	0
	Total:	1	2	1	0	0	0	0
Dispositivos Móviles	Realizar un estudio de factibilidad de migración de equipos de escritorio a dispositivos móviles	0.4	0	0	2	0	2	2
	Migrar la infraestructura a dispositivos móviles	0.6	0	0	0	0	0	0
	Total:	1	0	0	2	0	0	2
Concientización Consumo de Energía	La Unidad de Gestión de Información ha participado en charlas sobre el consumo de energía de los equipos TIC	0.5	0	2.5	0	0	0	0
	La unidad de gestión de ha brindado charlas de concientización de consumo de energía	0.5	0	0	0	0	0	0
	Total:	1	0	2.5	0	0	0	0

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE
Adquisición de equipos de usuarios finales.	Considerar el etiquetado ENERGY STAR en el proceso de selección de nuevos equipos para usuarios finales	0.5	2.5	0	0	0	0	2.5
	Usar la herramienta EPEAT en el proceso de selección de equipos de usuarios finales	0.5	0	0	0	0	0	0
	Total:	1	2.5	0	0	0	0	2.5
Virtualización de escritorios	Virtualizar la infraestructura de usuarios finales	0.5	0	2.5	0	2.5	0	0
	Porcentaje de virtualización de infraestructura de usuarios finales ⁴⁵	0.5	0	0.5	0	0	0	0
	Total:	1	0	3	0	2.5	0	0
Gestión de energía de infraestructura de usuarios	Proponer la modernización de la infraestructura y la eficiencia energética	0.3	1.5	0	1.5	0	0	0
	Investigar métricas de sostenibilidad de infraestructura de usuarios	0.3	0	0	0	0	0	0
	Construir un plan de acción para gestionar el consumo de energía de infraestructura de usuarios finales	0.4	0	0	0	0	0	0
	Total:	1	1.5	0	1.5	0	0	0

Tabla 3-14 Puntuación Final – Infraestructura de usuarios finales.⁴⁶

⁴⁵ El valor con el que se evalúa en este caso es de 1 a 10 equivalentes al porcentaje 10% a 100%.

⁴⁶ Elaborado por los autores.

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE
FIN DE LA VIDA UTIL (EOL)								
Pruebas de funcionalidad – obsolescencia	Realizar pruebas de funcionalidad	0.5	0	5	5	5	0	5
	Documentar las pruebas de funcionalidad	0.5	0	0	5	5	0	5
	Considerar únicamente el tiempo de vida útil especificado en la ley	0	0	0	0	0	0	0
	Total:	1	0	5	10	10	0	10
Residuos electrónicos	Definir un responsable de gestión de residuos dentro de la unidad de TIC	0.3	3	3	0	0	0	3
	Registrar los equipos en desuso	0.2	0	2	0	1	0	2
	Definir un lugar adecuado de almacenamiento de equipos obsoletos	0.2	1	2	2	2	2	2
	Dar seguimiento al re-uso o eliminación final de los equipos desechados	0.3	0	0	0	0	0	0
	Total:	1	4	7	2	3	2	7
Cadena de suministro inversa	Aplicar la cadena de suministro inversa	1	0	10	0	10	10	0
	Total:	1	0	10	0	10	10	0

ÁREA	CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE
Actividades residuos electrónicos	Definir actividades para el tratamiento de residuos electrónicos	0.4	2	2	2	2	0	0
	Mantener convenios con instituciones especializadas en tratamiento de residuos electrónicos	0.3	0	3	0	0	0	0
	Manejar adecuadamente las baterías en desuso generadas	0.3	1.5	3	0	0	0	1.5
	Total:	1	3.5	8	2	2	0	1.5

Tabla 3-15 Puntuación Final – EOL.⁴⁷

⁴⁷ Elaborado por los autores.

Resultados

Los resultados promedios, por criterio y por universidad después de procesar la información obtenida en las diferentes entrevistas realizadas en Universidades y Escuelas Públicas de Pichincha son los siguientes:

ÁREA	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE	PROMEDIO
DATA CENTER							
Políticas Gestión del DC	3	6,5	8,5	8,5	6,5	0	5,5
Adquisición Equipos del DC	4,5	1,5	7	3	4,5	3	3,92
Gestión Equipos del DC - Configuraciones	0	2,5	5	10	10	0	4,58
Virtualización Equipos del DC	7	7,5	9,5	5	10	7,5	7,75
Desarrollo de Software	0	0	0	0	0	2,5	0,42
Gestión Equipos del DC - Catálogo de Servicios	10	6	6	3	1,5	6	5,42
Gestión Equipos del DC - Evaluación Infraestructura	5	10	10	10	0	10	7,5
Gestión de Datos del DC	6,5	4,5	3	3	1,5	0	3,08
Gestión del Enfriamiento del DC - Sistema Enfriamiento	10	10	10	10	10	10	10
Gestión del Enfriamiento del DC - Condiciones Ambientales	2,5	2,5	2,5	7,5	2,5	2,5	3,33
Mantenimiento de Equipos Enfriamiento	10	5	10	10	10	10	9,17
Gestión Equipos de Energía	0	0	5	5	10	10	5
Fuente Alternativa de Energía para el DC	0	0	0	0	0	0	0
Medición Consumo Energía del DC	1,5	1,5	0	0	0	1,5	0,75
	4,29	4,11	5,46	5,36	4,75	4,5	4,74

Tabla 3-16 Resultados generales - Data Center.⁴⁸

⁴⁸ Elaborado por los autores.

ÁREA	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE	PROMEDIO
INFRAESTRUCTURA DE USUARIOS FINALES							
Gestión de equipos de usuarios	2	1	0	0	0	0	0,5
Dispositivos Móviles	0	0	2	0	0	2	0,67
Concientización Consumo de Energía	0	2,5	0	0	0	0	0,42
Adquisición equipos de usuarios finales.	2,5	0	0	0	0	2,5	0,83
Virtualización de escritorios	0	3	0	2,5	0	0	0,92
Gestión de energía de infraestructura de usuarios	1,5	0	1,5	0	0	0	0,5
	1	1,08	0,58	0,42	0	0,75	0,64

Tabla 3-17 Resultados generales - Infraestructura de usuarios finales.⁴⁹

ÁREA	EPN	ESPE	FLACSO	IAEN	UASB	UCE	PROMEDIO
FIN DE LA VIDA UTIL (EOL)							
Pruebas de funcionalidad – obsolescencia	0	5	10	10	0	10	5,83
Residuos electrónicos	4	7	2	3	2	7	4,17
Cadena de suministro inversa	0	10	0	10	10	0	5
Actividades residuos electrónicos	3,5	8	2	2	0	1,5	2,83
	1,88	7,5	3,5	6,25	3	4,63	4,46

Tabla 3-18 Resultados generales - EOL.⁵⁰

⁴⁹ Elaborado por los autores.

⁵⁰ Elaborado por los autores.

Análisis de resultados

Centro de datos

- ✓ Las políticas de gestión del DC enfocadas en el medio ambiente aún no se han definido y aplicado en su totalidad en las universidades públicas de pichincha, sin embargo se puede observar que el IAEN y la FLACSO son universidades que ya han incluido en sus políticas la sostenibilidad ambiental.

- ✓ En el proceso de adquisición de equipos para el DC solo la FLACSO se enfoca en el uso de una herramienta para la selección de equipos electrónicos de eficiencia energética, las universidades restantes se limitan únicamente a especificaciones del proveedor o etiquetados verdes los cuales también son importantes pero no son suficientes.

- ✓ En la mayoría de las universidades las configuraciones para optimizar el consumo de energía de los equipos del DC previo a su funcionamiento no son realizadas debido a varios aspectos, sin embargo es importante notar que la UASB y el IAEN tienen un puntaje ideal esto es debido a que estas instituciones siguen un procedimiento formal para realizar dichas configuraciones.

- ✓ La virtualización y consolidación de la infraestructura del DC es muy utilizada por todas las universidades estudiadas, por razones de optimización de espacio y recursos económicos, esto indirectamente contribuye a la sostenibilidad ambiental debido a que también se reduce el consumo de energía.

- ✓ En procesos de desarrollo y/o adquisición de software no se toma en cuenta estándares que optimicen el consumo de energía que producirá el software, esto se da debido a la falta de investigación e interés en el tema.

- ✓ El uso de un catálogo de servicios y de equipos del DC se lleva a cabo en todas las universidades estudiadas aunque en la mayoría este proceso no es realizado de manera que pueda aportar información relevante para optimizar el despliegue de servicios y equipos TIC. En la EPN se utiliza el estándar ITIL de catálogo de servicios y base de datos de configuración para administrar servicios y equipos respectivamente lo que podría ayudar de manera significativa a optimizar su despliegue ya que se encuentran clasificados por el valor organizacional.
- ✓ En la mayoría de las universidades se realizan evaluaciones documentadas de la capacidad y rendimiento del DC con la finalidad de tomar medidas para optimizar el funcionamiento de los recursos TIC, sin embargo en la UASB estas evaluaciones no son realizadas y en la EPN no son documentadas por lo que tomar medidas de optimización de recursos TIC en estas dos organizaciones es casi imposible
- ✓ Las políticas de almacenamiento de datos aun no son admitidas formalmente en las universidades estudiadas, no se toma en cuenta qué datos deben ser almacenados y el tiempo que deben permanecer almacenados o el número de copias que deben existir, sin embargo la Escuela Politécnica Nacional ya tiene políticas documentadas pero aún no se especifica claramente el tiempo de respaldo de los datos.
- ✓ Todas las universidades estudiadas consideran especificaciones básicas en el diseño del enfriamiento del DC como son pasillos de aire caliente y pasillos de aire frío, estas prácticas permiten ahorrar energía indirectamente ya que impiden el sobrecalentamiento de los equipos y así reducen la necesidad de energía para el sistema de enfriamiento.
- ✓ La agrupación de equipos TIC en función de sus condiciones ambientales permisibles no es posible realizarse debido a que son DC pequeños y en la práctica todos están agrupados en un solo lugar y estos son enfriados y tienen su suministro de energía por el mismo sistema.

- ✓ La mayoría de universidades realizan mantenimiento preventivo en sus sistemas de enfriamiento, lo cual aporta indirectamente a la sostenibilidad ambiental ya que los equipos de enfriamiento estarán funcionando de manera eficiente.
- ✓ Al ser DC físicamente pequeños no se justifica económicamente la instalación de una fuente alterna de energía exclusiva para su funcionamiento, por lo que usan la fuente alterna de la organización, las cuales funcionan con combustible (diesel) lo cual no aporta a la sostenibilidad del medio ambiente.
- ✓ La capacidad de medir el consumo de energía y las condiciones ambientales (temperatura y humedad) del DC en la mayoría de las universidades es muy baja o nula por citar un ejemplo ningún DC cuenta con su propio medidor de energía eléctrica, esto reduce la capacidad de generación de informes en esta área y por ende reduce también la capacidad de tomar decisiones para optimizar la eficiencia energética del DC.
- ✓ La valoración promedio en la gestión del DC no varía entre universidades destacándose con una calificación de 5,47 puntos sobre 10 el IAEN, por lo que se considera que en la gestión de DC se están aplicando ciertas políticas/prácticas/procedimientos los cuales permiten de algún modo optimizar la eficiencia energética.

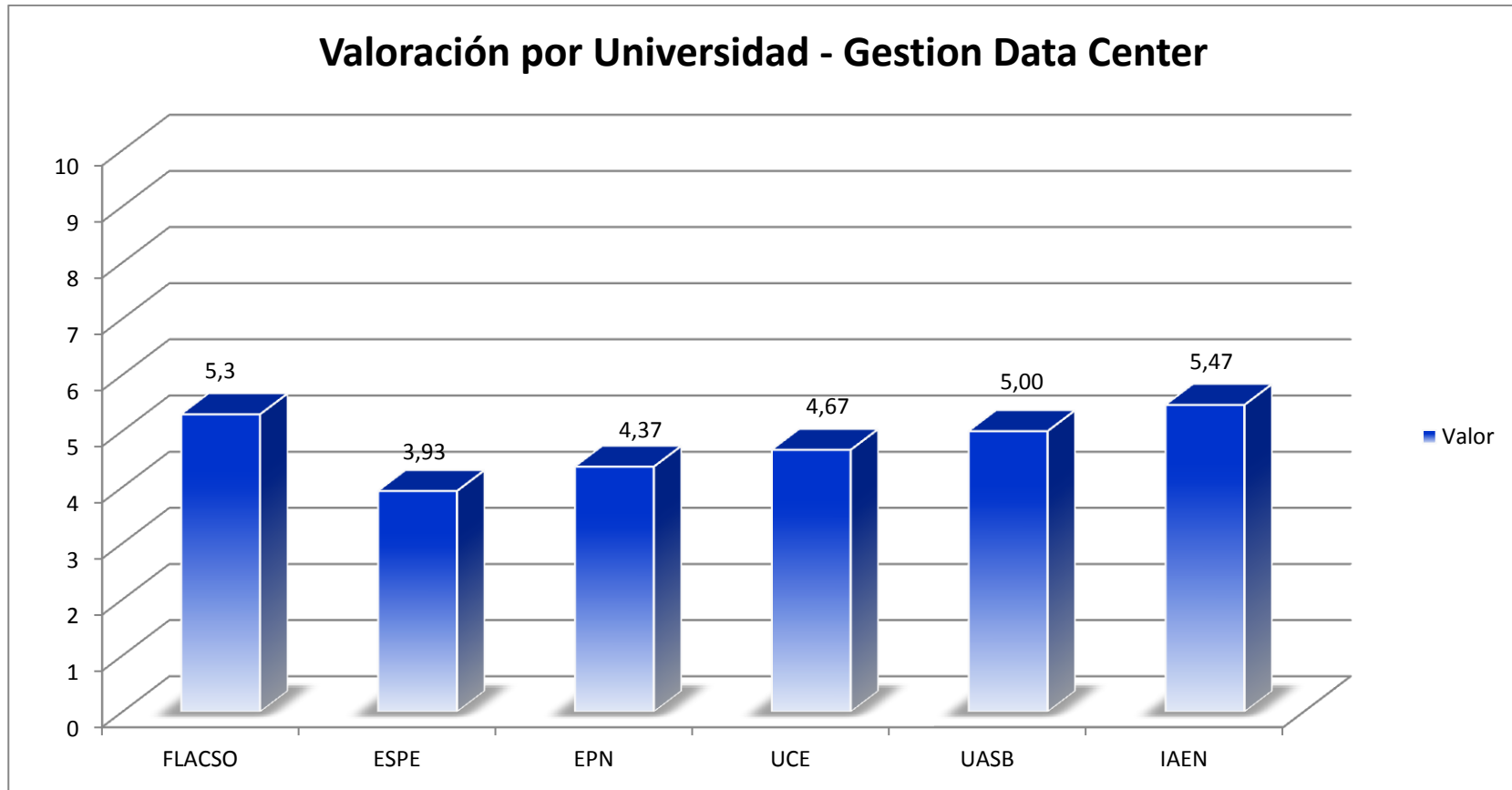


Gráfico 3-4: Valoración por universidad - gestión del DC.⁵¹

⁵¹ Elaborado por los autores.

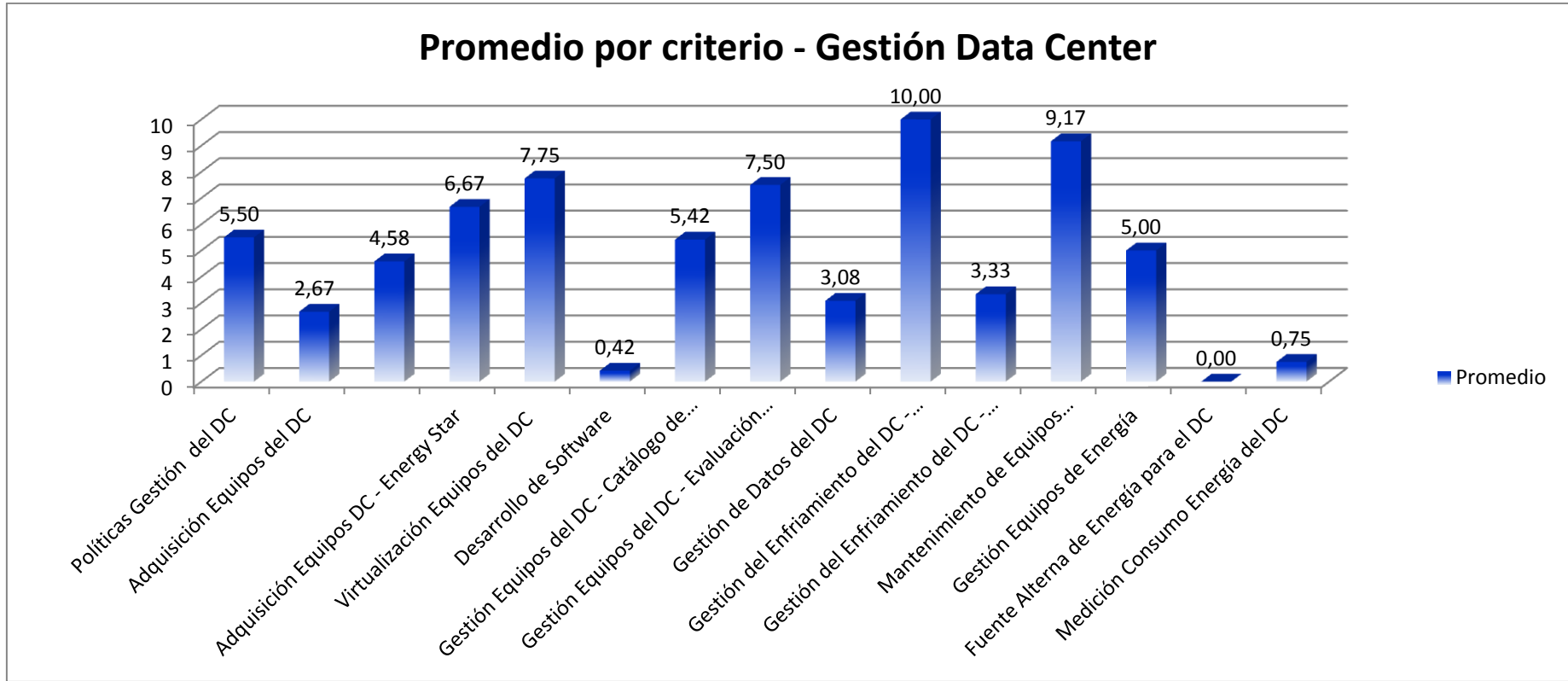


Gráfico 3-5: Promedio por criterio – Gestión Data Center.⁵²

⁵² Elaborado por los autores.

Infraestructura de usuarios finales

- ✓ No existen políticas definidas y documentadas de apagado de equipos de usuarios finales a nivel de todas las universidades estudiadas, aunque ya se está fomentando como una buena práctica en universidades como la EPN y la ESPE el apagar los equipos en horas en las que no se los usa.
- ✓ En las universidades estudiadas no se trabaja con dispositivos móviles por razones de costos, universidades como la FLACSO y la UCE han realizado estudios para proponer migrar a dispositivos móviles los equipos que se utilizan únicamente para mostrar información sin embargo por motivos de costos no se han podido concretar los proyectos.
- ✓ La unidad TIC de las universidades estudiadas no imparte ni recibe charlas acerca de concientización de energía, únicamente en la ESPE la facultad de Marketing imparte información acerca de la sostenibilidad del medio ambiente la cual afecta a todos los departamentos de la institución por lo tanto la unidad TIC ha recibido información acerca de la sostenibilidad del medio ambiente.
- ✓ Al momento de solicitar nuevos equipos para usuarios finales en la mayoría de las universidades estudiadas solo se toman en cuenta especificaciones técnicas y de rendimiento, aunque en la EPN y UCE se toma en cuenta que los equipos solicitados cuenten con la etiqueta verde ENERGY STAR.
- ✓ La valoración promedio por universidad en gestión de infraestructura de usuarios finales en general es muy bajo en todas las universidades estudiadas, esta tendencia en todas las universidades se da debido a que la unidad de gestión de información no posee procedimientos para gestionar dicha infraestructura tecnológica y a que no existe concientización sobre el consumo de energía de los computadores por parte los usuarios finales y administradores de la infraestructura.

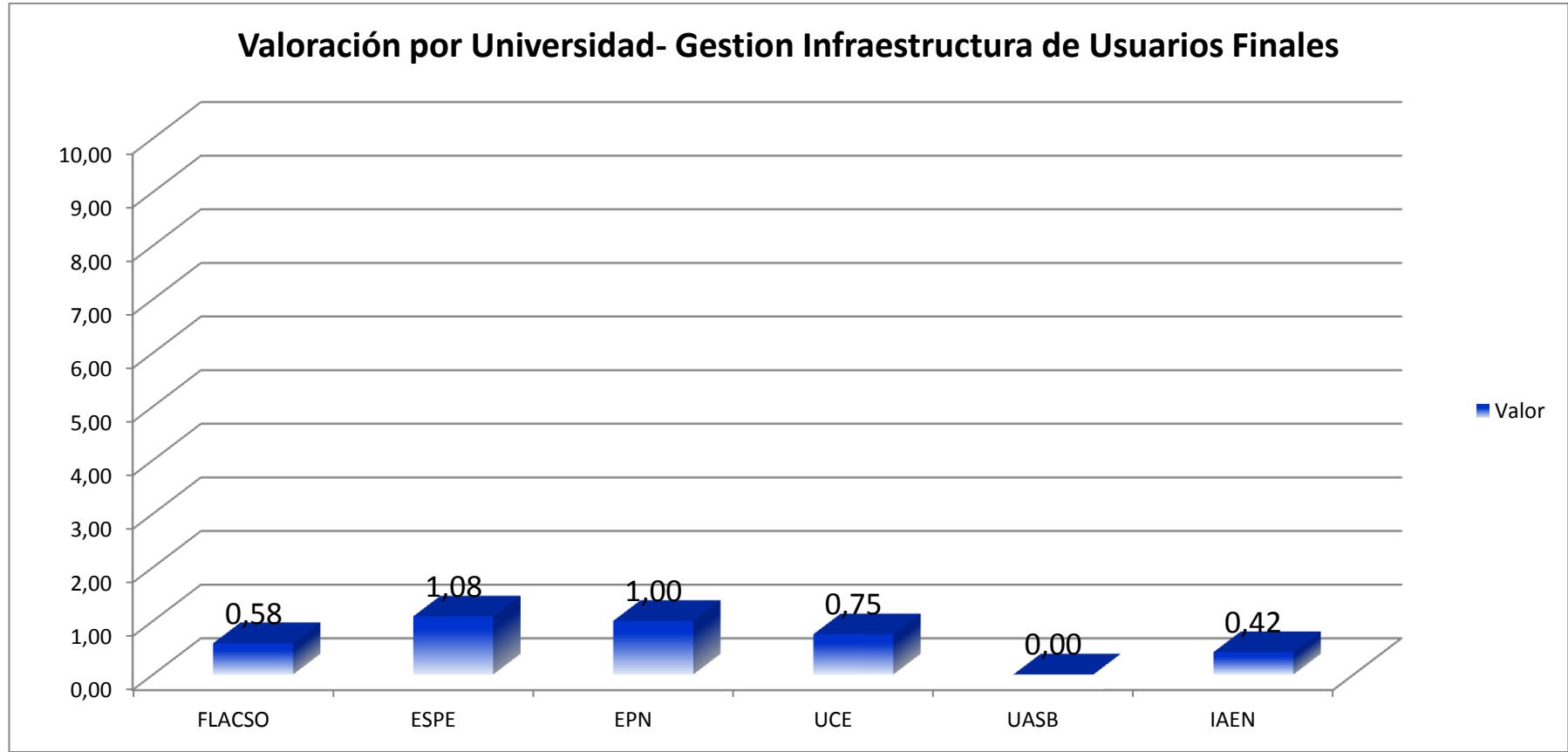


Gráfico 3-6: Valoración por universidad - Gestión de infraestructura de usuarios finales.⁵³

⁵³ Elaborado por los autores.

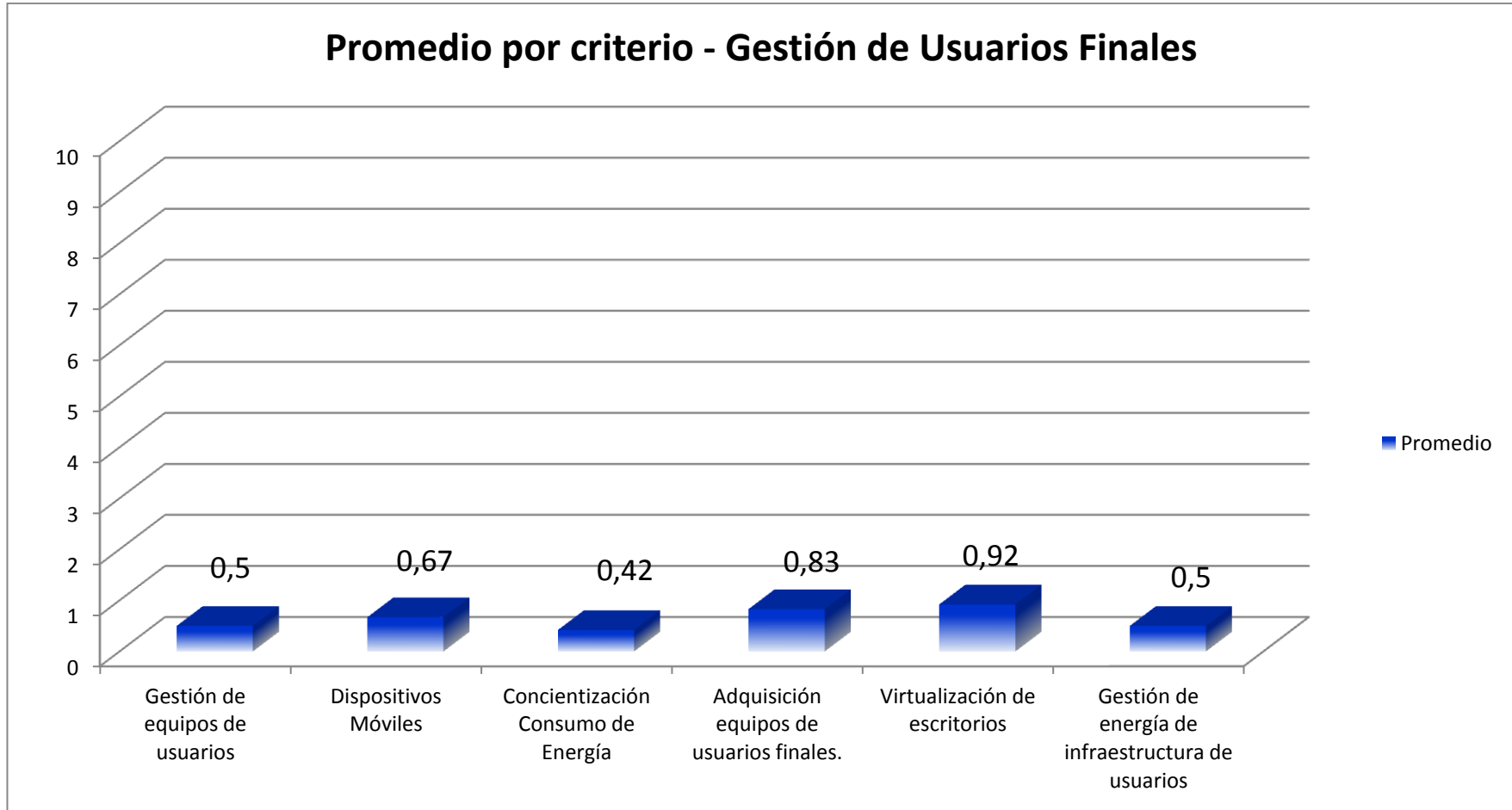


Gráfico 3-7: Promedio por criterio - Gestión de infraestructura de usuarios finales.⁵⁴

⁵⁴Elaborado por los autores.

EOL

- ✓ En la mayoría de las universidades se realizan pruebas de funcionalidad para verificar si un equipo TIC se ha convertido en residuo, sin embargo también hay universidades como la UASB y la EPN que no realizan pruebas de funcionalidad y se basan únicamente en el tiempo de vida de los equipos establecidos por la ley.
- ✓ En el manejo de residuos electrónicos se ha definido un área encargada del manejo de los residuos generados, aunque no se tiene un registro concreto de los residuos electrónicos generados y por lo tanto no se da un seguimiento adecuado hasta su eliminación final.
- ✓ Por políticas del estado las universidades públicas no pueden dismantelar los equipos por lo tanto algunas universidades no aplican la cadena de suministro inversa, se debe recalcar que si bien todas las universidades estudiadas son públicas algunas si aplican la cadena de suministro inversa para intercambiar partes que aun funcionen a otros equipos, pero siempre los equipos deben terminar completos con todas sus partes.
- ✓ Se definen actividades generales para el tratamiento de los residuos electrónicos en la mayoría de las universidades estudiadas, no se da un tratamiento adecuado a las baterías en desuso a excepción de la ESPE que recicla las baterías en desuso aunque aún no haya un proceso posterior al reciclaje, y ninguna universidad de las estudiadas mantienen acuerdos con organizaciones especializadas en el tratamiento de residuos electrónicos.

- ✓ La valoración promedio por universidad en gestión de residuos electrónicos generados en las instituciones estudiadas varían notablemente dado a que aún no existen políticas ni procedimiento definidos para su gestión y tampoco existe una entidad encargada de darle un tratamiento adecuado a los residuos generados, como se puede notar la ESPE y el IAEN son instituciones que han tratado de implementar procedimientos para gestionar los residuos sin embargo no hay una disposición clara para su eliminación final y su aporte no es total.

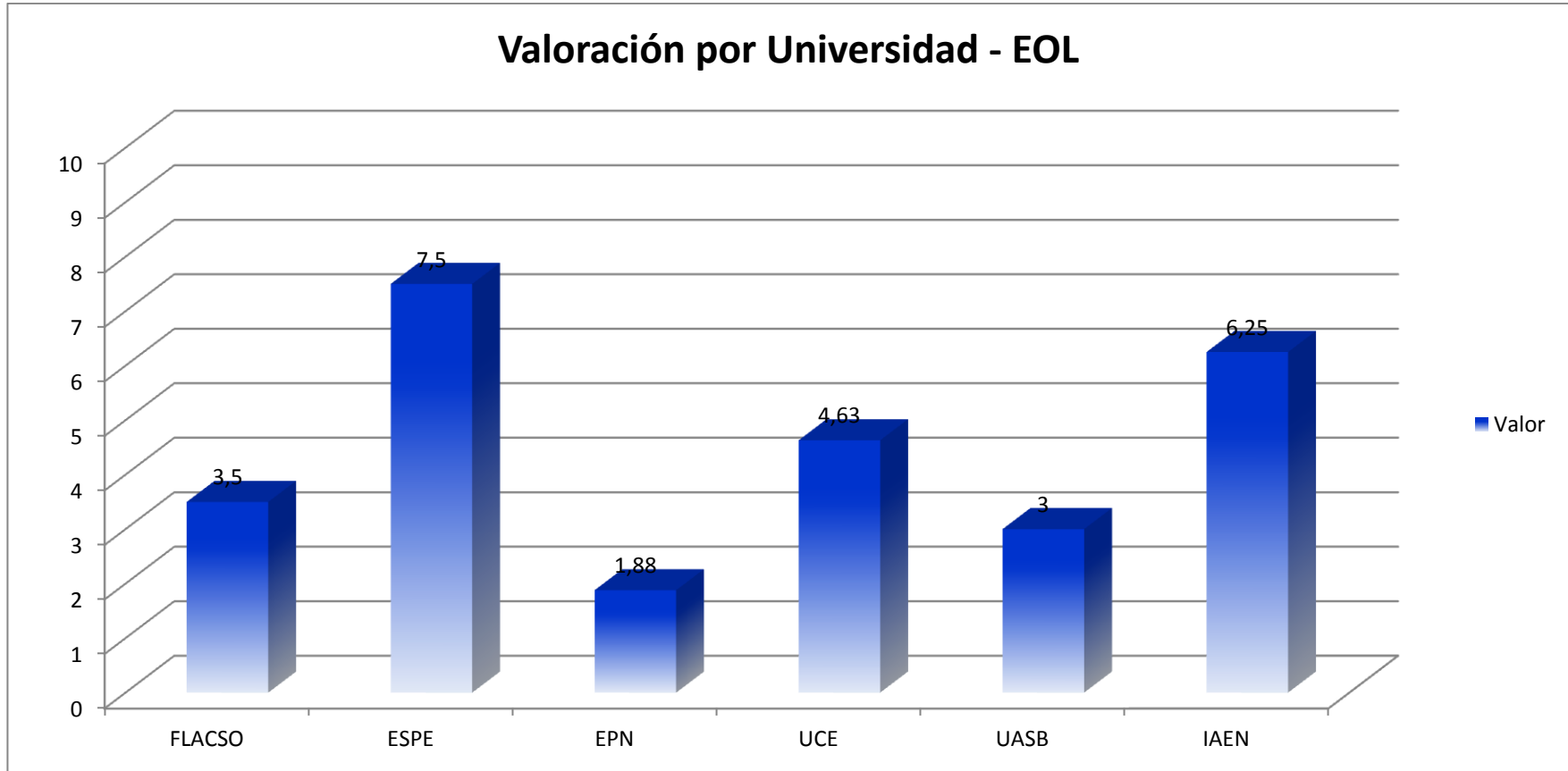


Gráfico 3-8: Valoración por universidad - Gestión EOL.⁵⁵

⁵⁵ Elaborado por los autores.

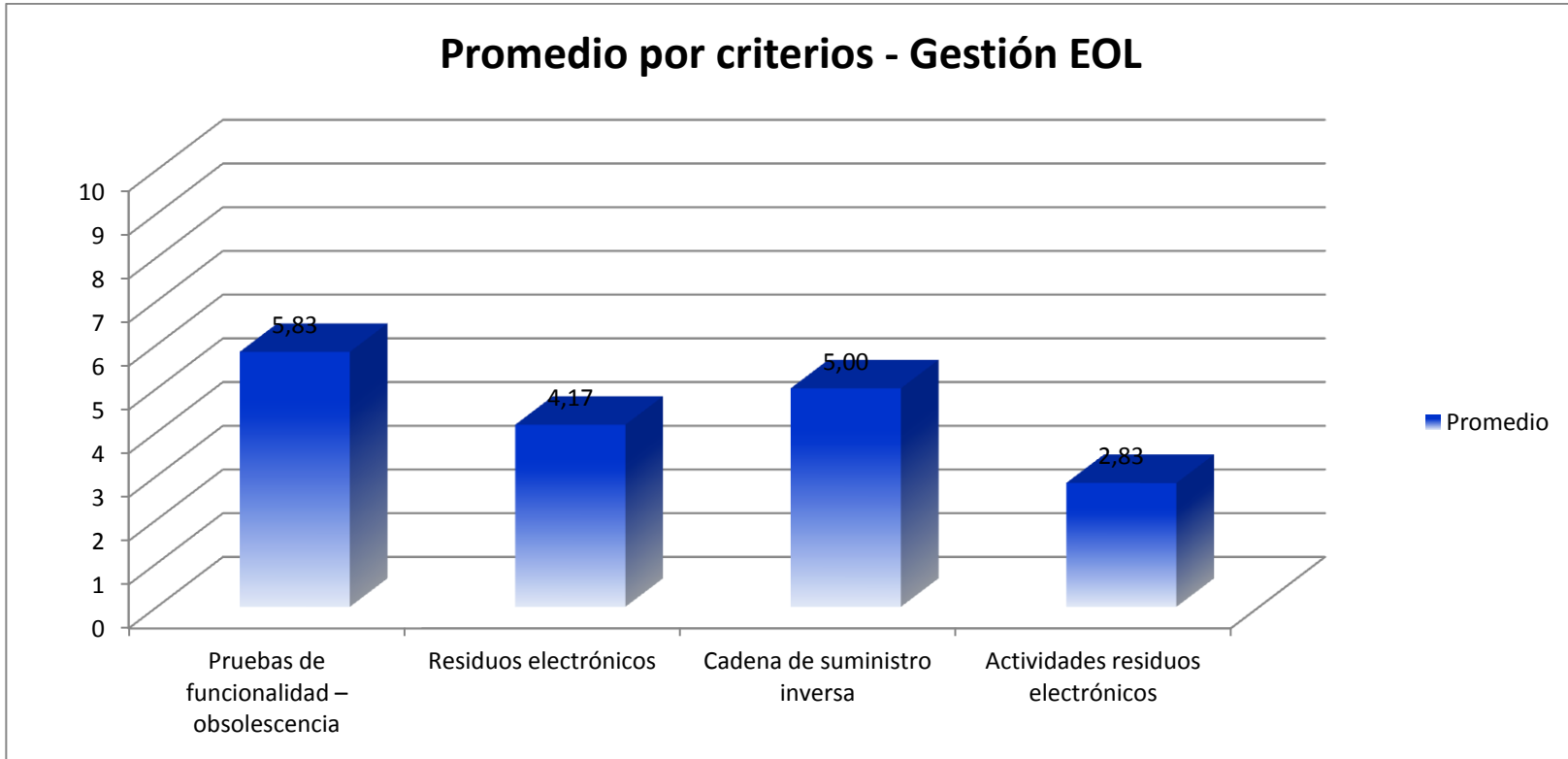


Gráfico 3-9: Promedio por criterios - Gestión EOL.⁵⁶

⁵⁶ Elaborado por los autores.

4 CAPÍTULO IV: RECOMENDACIONES DE GESTIÓN TIC PARA APOYAR LA SOSTENIBILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE

En base al análisis de la información realizada en el capítulo anterior, se plantea las siguientes recomendaciones, las cuales pretenden guiar la gestión de TIC dentro de las instituciones estudiadas con el fin de optimizar la eficiencia energética de la infraestructura tecnológica y la generación de residuos electrónicos.

Las recomendaciones descritas en este capítulo se enfocan en las siguientes áreas, las mismas que fueron estudiadas en el capítulo II del presente proyecto:

- ✓ Data Center (DC)
- ✓ Infraestructura de usuarios finales
- ✓ Fin de la vida útil (EOL)

4.1 DATA CENTER (DC)

4.1.1 UTILIZACIÓN, PLANEACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL DC

- ✓ Establecer un grupo dentro de la Unidad de Gestión de TIC compuesto por un representante de cada uno de los sub-departamentos (redes, desarrollo, mantenimiento, gestión), el cual estará encargado de la toma de decisiones importantes en cuanto a temas ambientales.
- ✓ Definir y documentar políticas y/o procedimientos para gestionar la infraestructura del DC los cuales deben considerar aspectos de sostenibilidad ambiental, dichas políticas deben guiarse en las recomendaciones propuestas en este capítulo.

4.1.2 SERVICIOS Y EQUIPOS TIC

Selección de nuevos equipos TIC

- ✓ En el proceso de adquisición o solicitud de nuevos equipos para la infraestructura de DC considerar como aspectos prioritarios los siguientes factores:
 - Consumo de energía de los equipos: considerar el consumo de energía del dispositivo para la utilización prevista.
 - Temperatura y humedad de funcionamiento de los equipos TIC: los rangos operativos de temperatura y humedad de los equipos deben ser los que se manejen dentro de la infraestructura del DC.
 - Etiquetados medio ambientales de productos electrónicos: estos etiquetados indican si los productos son energéticamente eficientes y amigables con el medio ambiente, considerar los etiquetados ENERGY STAR o RoHS.
 - Potencia diseñada o configurada en la infraestructura del DC: la inclusión de nuevo equipo al DC no debe sobrecargar la potencia configurada. (el aumento de la potencia del DC debe ser planificada ya que su aumento crea problemas de enfriamiento en el DC)
 - Diseño del flujo de aire: la ubicación de nuevos equipos en la infraestructura del DC debe respetar el diseño del flujo de aire.

- ✓ En el proceso de instalación y configuración de nuevo hardware TIC dentro la infraestructura del DC habilitar sus funciones de administración y optimización de consumo de energía, configurar los siguientes componentes en los equipos:
 - BIOS: configurar el Power Management Setup se debe configurar las opciones de ahorro de energía las cuales son: Power Management, PM control by APM, Video Off Method, PM Timers, PM Events, CPU Fan Off in Suspend y MODEM/LAN Wake Up.
 - Sistema Operativo: configurar las características de ahorro de energía dependiendo de cada sistema operativo las opciones

importantes que se deben configurar son modo de hibernación, fondos de pantalla, apagado y encendido remoto, instalaciones automáticas de actualizaciones de SW.

Despliegue de nuevos servicios TIC

- ✓ Aplicar técnicas de virtualización en los nuevos servicios que van a ser desplegados en la infraestructura del DC, en caso de que un servicio requiera hardware dedicado esta solicitud debería seguir un proceso de aprobación.
- ✓ Definir un procedimiento de solicitud y aprobación de HW dedicado para un servicio específico.
- ✓ Determinar el impacto de los incidentes para cada servicio desplegado, desplegar el nivel de la capacidad de recuperación realmente justificada dependiendo del valor organizacional de cada servicio desplegado.
- ✓ Métodos y herramientas para medir la eficiencia energética de software se encuentran todavía en investigación. Sin embargo en el proceso de desarrollo de SW se debe tomar medidas para optimizar el consumo de energía del hardware requerido por el SW para cumplir sus objetivos. Se podría tomar en cuenta los siguientes aspectos:
 - Multithreading
 - Reducir el uso de recursos de alta resolución.
 - Lazos.
 - Librerías de rendimiento.
 - Optimización de algoritmos
 - Optimización de compilación
 - Drivers
 - Lenguajes de programación

Se deben medir aproximaciones del consumo de energía bajo carga del HW requerido por el SW para cumplir sus objetivos.

Administración de Equipos y Servicios Existentes

- ✓ Llevar registro de los equipos y servicios TIC existentes en la infraestructura del DC, es recomendable utilizar la implementación base de datos de configuración y catálogos de servicios del Framework ITIL, es importante clasificar los equipos y servicios por:
 - Valor organizacional que estos brindan a la institución.
 - Identificar si estos son heredados o implementados por la actual administración.

- ✓ Desmantelar o remover de la infraestructura del DC los servicios desplegados en las siguientes condiciones.
 - Servicios TIC no utilizados.
 - Servicios TIC cuyo valor organizacional no justifica su costo.

- ✓ Apagar equipos de la infraestructura del DC que se encuentren inactivos, entre los cuales se tiene servidores, equipos de red y equipos de almacenamiento que se encuentran en reposo durante un período significativo de tiempo, y no pueden ser virtualizados y/o archivados.

- ✓ Servicios TIC heredados que no puedan ser desmantelados por normativa u otras razones y que no se utilizan de manera regular, deben ser virtualizados y sus imágenes archivadas para cuando este servicio sea requerido pueda ser puesto nuevamente en línea.

- ✓ Servicios existentes que no utilizan el hardware a su máxima capacidad deben consolidarse a través del uso de tecnologías de recursos compartidos para mejorar el uso de los recursos físicos. Esto se aplica a los servidores, dispositivo de almacenamiento y red.

- ✓ Realizar periódicamente evaluaciones y/ auditorias de desempeño de los equipos de la infraestructura del DC, con el fin de conocer la utilización de la capacidad de los equipos para:

- Toma acciones correctivas sobre subutilización o sobreutilización de las capacidades de cada equipo.
 - Realizar informes sobre estos resultados los cuales deben ser entregados al responsable de Infraestructura del DC para que tome las medidas correctivas necesarias.
- ✓ Implementar grupos de equipos con diferentes requisitos ambientales y / o dirección de flujo de aire en áreas separadas. El objetivo de esta práctica es agrupar los equipos que tengan similares requisitos ambientales para proporcionarles el mismo nivel de enfriamiento y diferente nivel de enfriamiento a cada grupo.

4.1.3 ADMINISTRACIÓN DE DATOS

- ✓ Definir e implementar políticas y/o procedimientos para gestionar el volumen de datos y los dispositivos de almacenamientos considerando los siguientes temas:
- Reducción de datos almacenados mediante la implementación de rutinas de limpieza de directorios o base de datos cada cierto tiempo.
 - Reducción de número de copias de datos lógicos y físicos.
 - Ahorro de espacio mediante la implementación de subsistemas de almacenamiento eficiente como snapshots / copias o compresión o con características aprovisionamiento ligero donde sea posible.
- ✓ En el proceso de selección de dispositivos de almacenamiento, evaluar eficiencia energética del dispositivo en términos del servicio entregado por vatio.
- ✓ Implementar técnicas de virtualización de almacenamiento y de aprovisionamiento ajustado (justo a tiempo) en la infraestructura del DC, para reducir el consumo indirecto de energía en términos de enfriamiento y potencia consumida.

4.1.4 ENFRIAMIENTO

Gestión del flujo de Aire

- ✓ Instalar placas de relleno en los RACKS donde no se dispongan equipos para reducir el paso del aire a través de los agujeros con el fin evitar que los equipos sean calentados por el flujo de aire caliente que ingresa.
- ✓ Instalar burletes o placas de cubierta para cubrir todas las oportunidades de fuga de aire en cada rack. Esto incluye:
 - Aberturas en el suelo.
 - Lagunas en los laterales, la parte superior e inferior de la rejilla entre equipos o rieles de montaje y el perímetro del bastidor.
- ✓ Evitar las obstrucciones que impidan el flujo de aire, la principal forma de obstrucción son los cables no organizados los cuales pueden bloquear el flujo de aire caliente procedente de los equipos de TIC y causar re-admisión del aire de los equipos TIC, lo que aumenta la temperatura de entrada del equipo. Por lo tanto, los cables detrás de RACKS se deben organizar para asegurar la cantidad adecuada de flujo de aire frío.
- ✓ Utilizar sistemas de aire acondicionado que coordinen la función de enfriar con la función de humidificar, de modo que no es necesario disponer de dos equipos por separado, uno para enfriar y otro para refrigerar.

Administración del enfriamiento.

- ✓ Apagar los equipos de refrigeración innecesarios, esto se debe implementar en los espacios que no estén completamente poblados por equipos TIC o que hayan sido desalojados por implementación de consolidación o virtualización de servicios y/o servidores.

- ✓ Revisar la ubicación de los equipos de enfriamiento y el flujo de ventilación antes de realizar cambios en la ubicación de los equipos TIC para optimizar el uso de los recursos de enfriamiento.
- ✓ Revisar las configuraciones de las unidades de enfriamiento, se debe asegurar que las unidades de enfriamiento en áreas ocupadas tienen una temperatura apropiada y consistente, y que la configuración de la Humedad sea apropiada.
- ✓ Realizar mantenimiento preventivo de forma regular al sistema de enfriamiento para mantener la eficiencia del funcionamiento de la infraestructura del DC.

Configuración de la temperatura y humedad

- ✓ Considerar la temperatura admisible de entrada de aire en los nuevos equipos TIC de modo que puedan operar en el rango ambiental de 18 ° C a 32 ° C ya que este rango es el adecuado para que el DC opere a su máxima eficiencia (definido por ASHRAE como admisible para DC clase 1). Las operaciones en este intervalo de temperatura permiten el ahorro de energía mediante la reducción o la eliminación de sobre-enfriamiento.
- ✓ Mantener la temperatura del datacenter en la curva de eficiencia que recomienda "The American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers [ASHRAE] que se sitúa entre 77 y 80 grados Fahrenheit (de 25 a 26,66 grados centígrados).

Aire acondicionado de la sala de ordenadores

- ✓ Definir criterios que guíen el proceso de selección de unidades CRAC de la sala de ordenadores ya que el tiempo de vida útil de estas unidades esta entre 7 y 15 años entre los cuales pueden estar:
 - Capacidad de refrigeración (RT, Kcal/ho y KW)
 - Condiciones operativas (temperatura y humedad)

- Cantidad de flujo de aire proporcionada.
 - Temperatura de retorno de aire caliente a la unidad CRAC
 - humedad relativa del aire que regresa las unidades CRAC medido y especificado por el proveedor.
- ✓ Estimar la capacidad de refrigeración y la cantidad de unidades CRAC para la sala de ordenadores tomando en cuenta la cantidad de calor generada por los equipos TIC, ubicación geográfica del DC y condiciones medio ambientales.

4.1.5 EQUIPOS DE ENERGÍA

Selección de Equipos de Energía

- ✓ En la selección e implementación de equipos de suministro de energía tomar en cuenta los siguientes aspectos
- Implementar UPS modulares (escalables)
 - Seleccionar sistemas UPS de alta eficiencia de cualquier tecnología.
- ✓ Desplegar los UPS del DC en modos de operación energéticamente eficientes, esto se logra mediante configuraciones propias dependiendo de cada dispositivo.
- ✓ Las especificaciones de las unidades de distribución de energía (PDU por sus siglas en inglés) deben ser diferentes de acuerdo a la capacidad de potencia demandada por los servidores. los PDU deben ser personalizados para cada servidor instalado en el RACK.

Administración de equipos de energía

- ✓ Todos los cables de alimentación conectados a equipamientos TIC deben conectarse bajo el piso elevado, los cables no se deben instalar en el pasillo frío para evitar el bloqueo de aire frío para las unidades CRAC. La separación de los cables de alimentación y otros cables permitirá una fácil

identificación y gestión de los mismos y mejorar la eficiencia en la climatización.

4.1.6 OTROS EQUIPOS

- ✓ Las luces en las instalaciones del DC deben ser apagados, preferiblemente de forma automática, cada vez que las áreas del edificio están vacías, por ejemplo, mediante interruptores que apagan la iluminación en un plazo determinado tras la activación manual.

4.1.7 MONITOREO

Medición ambiental y del uso de energía.

- ✓ Instalar dispositivo capaz de medir el consumo total de energía del centro de datos, incluidos todos los dispositivos de generación y distribución de energía y sistemas de enfriamiento, se recomienda que el DC cuente con su propio medidor de energía.
- ✓ Instalar equipo capaz de medir la energía total suministrada a los equipos TIC. Considerar que la implementación de este punto sirve para realizar la medición del indicador de eficiencia energética PUE.
- ✓ Instalar equipos de medición en la sala de ordenadores capaz de indicar la temperatura del aire y la humedad suministrada a los equipos TIC.
- ✓ Instalar sensores en diferentes puntos del DC permite la captación de datos – ya sea manual o automática – para ser analizadas. Este análisis permite detectar problemas de temperatura en zonas del DC y tomar medidas para solucionarlos.

Presentación de informes ambientales y de consumo de energía

- ✓ Implementar una política o procedimiento para reportar información de uso de energía y de condiciones ambientales del DC, con la finalidad de que estos datos sean usados para gestionar la eficiencia energética de las instalaciones del DC.
- ✓ Presentar informe escrito periódicamente sobre el consumo de energía y rangos ambientales del DC, incluir la determinación de la métrica DCiE o PUE promedia en el periodo del informe.
- ✓ Implementar una consola automatizada de reporte ambiental y de consumo de energía que permita al personal del DC monitorear el uso de energía y mejorar la capacidad provista por las instalaciones, el promedio de la métrica o PUE debe ser reportado. (Esta práctica sustituye al informe escrito)

4.2 INFRAESTRUCTURA DE USUARIOS FINALES

- ✓ Establecer políticas de apagado de equipos de usuarios finales en las noches y fines de semana, esta política deberá tener procedimientos manuales o automatizados para ayudar al cumplimiento de dicha política.
- ✓ Desarrollar guías de configuración de nuevos equipos de usuarios finales que consideren los siguientes aspectos:
 - Tiempo en pasar ha estado de suspensión.
 - Protectores de pantalla.
 - Brillo del monitor.
 - Tiempo de apagado del monitor.
- ✓ Realizar un estudio de factibilidad de migración de equipos de escritorio a dispositivos móviles usados por usuarios finales, tomando en cuenta que los dispositivos móviles son energéticamente eficientes.

- ✓ Proponer al área de compras el uso del etiquetado ENERGY STAR en el proceso de adquisición de nuevos equipos de usuarios finales.
- ✓ Proponer al área de compras la utilización de la herramienta EPEAT en el proceso de adquisición de nuevos equipos de usuarios finales.
- ✓ Virtualizar los escritorios de usuarios finales y dotar a los usuarios únicamente con clientes livianos (thin clients), los cuales consumen significativamente menos energía y necesitan menos enfriamiento.
- ✓ Identificar la infraestructura antigua y menos energéticamente eficiente y proponer al área administrativa un plan de modernización de infraestructura en el área identificada.

4.3 FIN DE LA VIDA ÚTIL – EOL

- ✓ Asegurar la adquisición de equipos amigables con el medio ambiente e incluir en las licitaciones exigencias de reducción de productos tóxicos y regulaciones verdes o estándares de eco – diseño en los equipos que se adquiere.
- ✓ Diseñar pruebas de funcionalidad para determinar la obsolescencia de los equipos TIC, en toda la institución y especialmente en la infraestructura del DC.
- ✓ En base a las pruebas de funcionalidad, clasificar los equipos que deben ser desechados y los que se pueden donar o reutilizar en áreas distintas en las que sí cubran las necesidades deseadas.
- ✓ Reutilizar las piezas obtenidas mediante la aplicación de la cadena de suministro inversa aplicada a los equipos TIC antes de su reciclaje o disposición final.

- ✓ Definir dentro área de gestión de TIC que realice las actividades para gestionar los residuos electrónicos en coordinación con el departamento que este encargado de este tema.
- ✓ Proveer un sitio seguro y formal de acopio temporal para los residuos de equipos eléctricos y electrónicos.
- ✓ Mantener convenios con empresas especializadas en el tratamiento de residuos electrónicos.
- ✓ Dar seguimiento continuo desde que el equipo es declarado residuo electrónico hasta su disposición final.

5 CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ✓ Mediante la valoración de los criterios de evaluación establecidos en el presente proyecto de titulación, se logró obtener información la cual permitió conocer el estado actual de la gestión de TIC en relación a la sostenibilidad del medio ambiente.
- ✓ El modelo de evaluación multicriterio permite evaluar la situación actual de cualquier problemática de forma dinámica en el tiempo, debido a que los pesos de los criterios y sub criterios definidos pueden ser ajustados de acuerdo a la importancia en un determinado tiempo, dado que un criterio que es importante hoy puede ya estar resuelto el día de mañana por lo cual ya no sería una área a la cual se le debe asignar un peso significativo.
- ✓ De las áreas estudiadas Data Center, infraestructura de usuarios finales y End Of Life, se encontró que las instituciones han implementado mayor esfuerzo en definir prácticas, políticas y procedimiento que apoyen la sostenibilidad del medio ambiente por medio de la gestión el DC, en contraste a la gestión de infraestructura de usuarios finales que es un área en la cual el tema de sostenibilidad ambiental es casi nulo.
- ✓ A nivel nacional la prioridad con respecto a las TIC es que las personas accedan a estas tecnologías, sin embargo este esfuerzo debe ser complementado con adecuadas regulaciones gubernamentales en el tema de tratamiento de residuos electrónicos ya que una mayor penetración de las TIC generará mayor cantidad de desechos electrónicos.

- ✓ Con la aplicación de las recomendaciones dadas en este proyecto se pretende que la unidad de gestión de TIC pueda mejorar la eficiencia energética de la infraestructura tecnológica y el tratamiento de residuos electrónicos de las instituciones.
- ✓ En la actualidad las Tecnologías de la Información no pueden permanecer ajenas a la enorme problemática existente en el medio ambiente, como son la contaminación, el calentamiento global, el efecto invernadero, entre otros, es por esto que con la realización del presente proyecto de titulación se busca contribuir de forma valiosa al cuidado y mantenimiento de los ecosistemas naturales mediante la gestión de las Tecnologías de Información, haciendo posible un desarrollo sostenible.
- ✓ El proyecto de titulación presenta una comparación de la gestión e TIC entre universidades de post grado y pre grado, si bien existe una diferencia en carreras ofertadas y objetivos institucionales entre estas, estos dos tipos de instituciones usan y gestionan infraestructura tecnológica dentro de sus instalaciones por lo que pueden ser comparadas en este análisis.
- ✓ El análisis realizado refleja que la gestión de TIC enfocada en la sostenibilidad del medio ambiente aparentemente se realiza de manera más eficiente en universidades de postgrado, sin embargo hay que mencionar que la infraestructura TIC y espacio físico de las universidades de postgrado analizadas en el presente trabajo es menor que las de pregrado, por lo tanto la implementación de prácticas de gestión de infraestructura tecnológica para apoyar la sostenibilidad del medio ambiente en las universidades de pregrado se torna más complejo que en las de postgrado.

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ En el presente proyecto se presenta una visión global del estado actual de la gestión de TIC en relación a la sostenibilidad del medio ambiente, sin embargo es conveniente ahondar en el tema planteado, por lo cual se recomienda realizar un proyecto de evaluación de eficiencia de la infraestructura tecnológica del DC usando métricas de sostenibilidad como PUE y DCMM, para determinar cuantitativamente el estado actual de eficiencia de los DC estudiados y estimar posibles ahorros de consumo de energía lo que llevaría a ahorros de dinero y de esta manera hacer atractiva para los altos directivos la implementación de las recomendaciones establecidas.

- ✓ El pensum académico dictado a lo largo de la carrera de ingeniería en sistemas involucra gestión de TIC, por lo que sería interesante tratar aspectos de sostenibilidad ambiental en la gestión de TIC ya que actualmente la sostenibilidad ambiental es un tema relevante en todas las áreas de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ITU, Toolkit on environmental sustainability for the ICT sector, 2012.
- [2] ITU, ITU-T L.1300 Best practices for green data centres. 2011.
- [3] ITU, Medición de la sociedad de la información, Resumen Ejecutivo 2012.
- [4] ITU, ICT's for e-Environment: Guidelines for developing countries with a focus on climate change, 2008.
- [5] ITU, Methodology for energy consumption and greenhouse gas emissions impact assessment of Information and Communications Technologies in organizations, Recommendation ITU-T L.1420 (L.ORG).
- [6] R. Hernández, et al., Metodología de la Investigación, Quinta edición, México, 2010.
- [7] M. Vallejo, et al., Informe de Vigilancia Tecnológica Madri+d, "Green IT: tecnologías para la eficiencia energética en los sistemas TI", Fundación Madri+d para el Conocimiento Velázquez, 76. E-28001 Madrid.
- [8] Newsletter 14: TIC y medio ambiente - Cepal [Online]
<http://www.eclac.cl/socinfo/noticias/paginas/9/30389/newsletter14.pdf>
- [9] M. Bray, "Review of Computer Energy Consumption and Possible Savings, Dragon Systems white paper, Diciembre 2006.
- [10] EPEAT, registration of electronic products: based on the IEEE 1680 family of Environmental Assessment Standards [Online] www.epeat.net/.
- [11] ETSI, Energy Efficiency Report, European Telecommunications Standards Institute, ETSI TR 102 530 [Online] www.etsi.org

- [12] R. L. Keeney and H. Raiffa, *Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*: Cambridge University Press, 1993.
- [13] V. Belton and T. J. Stewart, *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- [14] R. Barrantes, *Un camino al conocimiento, Un enfoque cuantitativo y cualitativo*, San José, Costa Rica, 1999.
- [15] A. Franco & G. Montibeller, "Problem Structuring for Multi-Criteria Decision Analysis Interventions" de " , London School of Economics: Working Paper OR 09-115.
- [16] UNESCO, *Los residuos electrónicos: Un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe*, 2010.

6 ANEXOS

6.1 ENTREVISTA

ENTREVISTA GESTIÓN DE TIC COMO UNA HERRAMIENTA PARA APOYAR LA SOSTENIBILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE

Institución:	
Nombre del entrevistado:	
Cargo del entrevistado:	

Dentro de una institución existen dos grupos principales donde se concentran los equipos y servicios de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), el data center o centro de cómputo (en adelante DC) y la infraestructura de usuarios finales, por lo tanto la gestión de TIC se concentra también en estos dos grupos, es por esto que nuestro estudio se enfoca principalmente en ellos, y además el posterior tratamiento de los residuos producidos por parte de TIC.

1. ¿Poseen políticas definidas y documentadas para gestionar el funcionamiento del DC?

Según su criterio ¿Considera que algunas de las políticas para la gestión del funcionamiento del DC contribuyen directa o indirectamente a mejorar la sostenibilidad del medio ambiente?

2. ¿Además de considerar el factor económico y de rendimiento de los equipos TIC se toma en cuenta algunos de los siguientes aspectos, al momento de solicitar nuevos equipos TIC?

- Consumo de energía
- Rangos operativos de temperatura y humedad
- Regulaciones verdes
- Densidad de la potencia configurada
- Dirección del flujo de aire configurado.
- Sistema EPEAT (Electronic Product Environmental Assessment Tool) o equivalente.

Energy Star es un programa de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos que promueve los productos eléctricos con consumo eficiente de electricidad, reduciendo de esta forma la emisión de gas de efecto invernadero por parte de las centrales eléctricas.

3. ¿Se toma en cuenta la etiqueta ENERGY STAR (o equivalentes) al momento de solicitar nuevo equipo hardware TIC para el DC?

La virtualización de servidores y almacenamiento se posiciona como una manera para reducir el consumo de energía de un DC.

4. ¿Han aplicado técnicas de virtualización de servidores en el DC?
 - a. ¿Cuántos servidores físicos poseen en el DC?
 - b. ¿Cuántos de estos están virtualizados?
 - c. ¿Por qué virtualizar?
5. ¿La unidad de TI está a cargo del desarrollo y adquisición de SW?
 - a. ¿Se toma en cuenta como factor importante en la fase de desarrollo el consumo de energía del hardware que necesitará el software para cumplir con los objetivos de confiabilidad y rendimiento?
 - b. En el proceso de adquisición de SW, ¿Se solicita al proveedor especificaciones de consumo de energía requerida por parte del HW para cumplir con los objetivos de confiabilidad y rendimiento?
6. ¿Con respecto a la infraestructura del DC se mantiene un registro de todos los equipos y servicios que se encuentran actualmente en funcionamiento?
 - a. ¿Cuántos servicios y cuantos equipos están registrados?
 - b. ¿Los servicios están clasificados por el valor que estos ofrecen a la organización?

7. ¿Se ha realizado una evaluación de desempeño a los servidores que se encuentran en el DC?
¿Qué acciones se han tomado con los resultados obtenidos de la evaluación?
8. ¿Existen políticas o procedimientos para la administración de almacenamiento de datos en el DC?
Dichas políticas consideran ¿los datos que deberían ser almacenados, por cuanto tiempo y con qué nivel de protección y redundancia?
9. ¿El actual sistema de enfriamiento considera los temas básicos de gestión de flujo de aire como son:
 - a. Contendor de aire caliente o frio?
 - b. Pasillos de aire caliente o frio?
10. ¿El actual diseño del sistema enfriamiento toma en cuenta la separación de equipos en distintas áreas físicas dependiendo de sus rangos ambientales operativos y además de los operadores del DC?(Temperatura y humedad)
11. ¿Se configura los UPS del DC en modo operativo de optimización de consumo de energía?
12. ¿Qué tipo de fuente alterna de generación de energía está disponible para el DC?
13. ¿La unidad de TI conoce el consumo de energía a nivel institucional?
 - a. ¿Poseen información sobre el consumo de energía del DC?
 - b. ¿Se realiza monitoreo de consumo de energía de los equipos TIC?
 - c. ¿Se realizan informes del consumo de energía en los DC?
14. ¿Poseen políticas de apagado de equipos de usuarios finales en las noches y fines de semana?
¿Poseen algún método control manual o automatizado para verificar el cumplimiento de estas políticas?

15. ¿Se ha considerado proponer migrar los equipos de usuarios finales a equipos portátiles considerando que consumen significativamente menos energía que los equipos de escritorio y son fácilmente manejables para pasar de modo encendido ha apagado?

16. ¿La unidad de TI ha impartido o recibido charlas de concientización acerca del consumo de energía de los equipos TIC?

17. ¿El área de TI ha propuesto usar especificaciones ambientales como Energy Star, EPEAT u otros para la adquisición de equipos de usuarios finales?

¿Cuáles?

18. ¿Utilizan virtualización de infraestructura de escritorio?

¿Qué porcentaje de la infraestructura de escritorio esta virtualizada?

19. ¿Han establecido políticas acerca de gestión de energía de infraestructura de escritorio?

El fin de la vida (EOL), es el término empleado para referirse a los equipos TIC que han dejado de cumplir con las funciones específicas por las cuales existían y pasan a ser considerados como residuos electrónicos.

20. ¿Se realizan pruebas de funcionalidad para determinar si un equipo culmino su vida útil?

¿Estas pruebas son debidamente documentadas?

21. Dentro de la organización, ¿existen actividades definidas para gestionar los residuos electrónicos?

¿Cuáles?

La cadena de suministro inversa consiste en dismantelar equipos TIC hasta conseguir componentes electrónicos que pueden ser reutilizados como piezas en otros equipos.

22. ¿Se aplica la cadena de suministro inversa para la gestión de los residuos electrónicos?

23. Una vez que un equipo ha finalizado su vida útil, ¿cuál es el tratamiento que se le da a dicho equipo?

¿Realizan alguno de estas estos procesos?

- ✓ Administración de la seguridad de la información.
- ✓ Logística inversa
- ✓ Desmontaje y segregación
- ✓ Re manufacturación
- ✓ Re-uso
- ✓ Reciclaje y recuperación
- ✓ Reciclaje de baterías

¿Mantienen acuerdos con empresas especializadas que realicen los procesos anteriores?

6.2 EJEMPLO PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD⁵⁷

EQUIPOS DE COMPUTACIÓN	PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD	RESULTADO DE LAS PRUEBAS
<p>Unidad central de proceso (CPU), incluyendo computadores de escritorio.</p>	<p>Auto test de encendido (Power On Self Test) Encender el computador y completar con éxito el proceso de arranque. Esto confirmará que el hardware principal está trabajando, incluyendo la fuente de alimentación y disco duro.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar y asegurar que los ventiladores de refrigeración están funcionando ✓ Remover el polvo tanto como sea posible, con el fin de garantizar una mejor refrigeración y un funcionamiento estable 	<p>El ordenador debería arrancar con éxito El ordenador debería responder a los dispositivos de entrada, teclado y ratón Los ventiladores de refrigeración deben funcionar con normalidad, sin un fuerte sonido mecánico que indica al final de su vida.</p>
<p>Laptops / notebooks</p>	<p>Auto test de encendido (Power On Self Test) Encender el ordenador portátil y completar con éxito el proceso de arranque. Esto confirmará que el hardware principal está trabajando, incluyendo la fuente de alimentación y disco duro.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar y asegurar el funcionamiento de la pantalla ✓ Realizar pruebas de funcionalidad y seguridad de la batería ✓ Asegurar el correcto funcionamiento del ventilador 	<p>La laptop debería arrancar con éxito La laptop debería responder a los dispositivos de entrada teclado y ratón La pantalla debería encenderse durante el arranque, la imagen debe ser clara y el brillo y contraste de los colores correctos, no deberían observarse imágenes agrietadas o con rasguños La batería de la laptop debería mantenerse mínimo una hora en ejecución Comprobar que las conexiones estén limpias, que no</p>

⁵⁷ Para mayor información PACE Guidance Document on the Environmentally Sound Management of Used and End-of-Life Computing Equipment, 2011.

		haya ninguna deformación debido al calor de la batería
Teclado	<p>Verificar que al conectar a la computadora la comunicación sea exitosa</p> <p>Probar la funcionalidad de las teclas</p>	<p>El ordenador debería responder a la entrada del teclado</p> <p>El teclado no debería tener teclas faltantes o que no funcionan</p>
Mouse	<p>Evaluar la carcasa del mouse, cable y partes</p> <p>Conectar a la computadora o laptop para evaluar la funcionalidad</p>	<p>El mouse debería tener todas las partes presentes (por ejemplo, la bola de rodillo).</p> <p>El computador debería responder a la entrada del mouse.</p> <p>El cursor debería estar visible en la pantalla y no debe vibrar.</p>
Cables y cables de alimentación	<p>Evaluar el aislamiento del cable e inspeccionar los enchufes</p>	<p>El cableado y los enchufes deberían estar completos y libre de daños, por ejemplo, no deberían estar aislados o agrietados</p> <p>Cualquier cable desmontable con daños debe ser sustituido por uno nuevo, para evitar descargas eléctricas o fallos prematuros</p>
Dispositivos de pantalla	<p>Conectar la pantalla y poner a prueba la calidad de imagen de píxeles, color, contraste y brillo.</p> <p>Realizar pruebas de diagnóstico basado en software para los dispositivos de visualización, estos son</p>	<p>La imagen no debería ser difusa, o tener píxeles dañados o ser demasiado oscura.</p> <p>Se debe considerar y verificar los colores, el brillo, el matiz y la rectitud de las líneas</p> <p>La prueba de diagnóstico de software debería ser exitosa</p>

	fácilmente disponibles en línea ⁵⁸ Es cableado debe estar presente y debe ser inspeccionado	El cableado debería estar libre de daños, cualquier cable desmontable con daños debe ser sustituido por uno nuevo, para evitar descargas eléctricas o fallos prematuros
Impresoras a laser e inyección	Imprimir una página de prueba correctamente Esto puede ser independiente, imprimir desde una computadora o red de área local para evaluar la conectividad Para las impresoras de inyección de tinta, comprobar que los cabezales de tinta no están obstruidos con tinta seca.	Las impresoras deberían imprimir correctamente una página de prueba y no debería imprimir una copia manchada o incompleta
Componentes (removidos del equipo) incluye la tarjeta madre, otros circuitos, tarjetas de sonido, tarjetas gráficas, disco duro, fuente de poder y cables	Limpiar suavemente el polvo de los componentes para mejorar el intercambio térmico y permitir una mejor refrigeración Realizar una prueba de funcionalidad a cada uno de los componentes antes de removerlos del ordenador o laptop o mediante la utilización de un software de diagnóstico.	Los componentes deberían estar completamente funcionales La fuentes de poder y cables deberían estar completos y libres de daños. Cualquier cable desmontable con daños debe ser sustituido por uno nuevo, para evitar descargas eléctricas o fallos prematuros

Tabla 6-1: Ejemplo de pruebas de funcionalidad para equipos de computación usados.⁵⁹

⁵⁸ Para más información: www.softpedia.com/progDownload/Nokia-Monitor-Test-Download-464.html.

⁵⁹ Traducción realizada por los autores del documento: ITU, Toolkit on environmental sustainability for the ICT sector, 2012, pag. 241.