

Artículo de Investigación

Modelo de un Plan Estratégico Green IT y BPM para minimizar el impacto ambiental en la educación superior

Model of a Green IT and BPM Strategic Plan to minimize environmental impact in higher education

Erika Reina-Guaña 

Universidad Europea del Atlántico, Santander, España, 39011

*Correspondencia: ereina2804@gmail.com

Citación: Reina-Guaña, E., (2021). Modelo de un Plan Estratégico Green IT y BPM para minimizar el impacto ambiental en la educación superior. *Novasinerгия*. 4(1). 136-150.
<https://doi.org/10.37135/ns.01.07.08>

Recibido: 30 enero 2021

Aceptado: 07 abril 2021

Publicado: 01 junio 2021

Resumen: En el presente estudio se realizó un modelo para la elaboración de un Plan Estratégico Green Information Technology (IT) y Green Business Process Management (BPM), que permite reducir el impacto ambiental y contribuir en la sostenibilidad ambiental de una Institución de Educación Superior, basado en la Planificación Estratégica de TI de Gartner, COBIT 5 (Control Objectives for Information and related Technology) y las acciones de gobernanza de la ISO/IEC 38500 y la ISO 14031. Se establecieron 4 etapas Green: Evaluación de la Situación Actual, Dirección del Modelo de Negocios, Planeación Estratégica de adquisición, implementación y soporte y Monitorización del desempeño. Además, se diseñó una guía cuantitativa y cualitativa para determinar el nivel de sostenibilidad e interoperabilidad obtenido en cada etapa. Para la Sostenibilidad se definió los indicadores: económico con un 35% y de personas con un 25%, para la Interoperabilidad: de ingeniería y de procesos con 15% y de infraestructura con 10%. Como consecuencia de que en Ecuador no se cuenta con un marco legal que regule las acciones de Gobernabilidad Green IT de las Instituciones de Educación Superior y las investigaciones sobre Green BPM son limitadas. No se ha estructurado un Plan Estratégico Institucional productivo y responsable con el medio ambiente y que, además, sirva de base en la planificación y gestión de las operaciones y recursos informáticos. Es así que el diseño del modelo permite la alineación de los indicadores que favorecen al ahorro económico, un cambio del paradigma social/ambiental y responsabilidad de la arquitectura tecnológica. Asimismo, con la flexibilidad del modelo se podrán agregar nuevos indicadores de rendimiento ambiental (Green KPI) según las necesidades.

Palabras clave: Green BPM, Green IT, Norma ISO 14031, Plan Estratégico, Sostenibilidad Ambiental.

Abstract: In this study, a model to develop a Green Information Technology (IT) and Green Business Process Management (BPM) Strategic Plan, which allows reducing the environmental impact and contributing to the environmental sustainability of a Higher Education Institution was conducted, based on the IT Strategic Plan by Gartner, COBIT 5 (Control Objectives for Information and related Technology) and the government actions of ISO/IEC 38500 standard and ISO 14031 standard. Four Green phases were established: Evaluation of the Current Situation, Direction of the Business Model, Strategic Planning for acquisition, Implementation and support, and Performance Monitoring. In addition, a quantitative and qualitative guide was designed to determine the level of sustainability and interoperability obtained. For Sustainability: economic indicator with 35% and people indicator with 25% was defined, for the Interoperability, engineering and processes indicators with 15% and infrastructure indicator with 10%. As a consequence of the fact that in Ecuador there is no legal framework that regulates the actions of Green IT, the Governance of Higher Education Institutions and research on Green BPM are limited. There has not been structured a productive and environmentally responsible Institutional Strategic Plan and that supports as a basis for the planning and management of IT operations and resources. Thus, the design of the model allows the alignment of indicators that support economic savings, a change in the social/environmental paradigm, and the responsibility of the technological architecture. Also, with the flexibility of the model, new environmental performance indicators (Green KPI) can be included as needed.

Keywords: Green BPM, Green IT, Environmental Sustainability, ISO standard 14000, Strategic Plan.

Novasinerгия
ISSN: 2631-2654



Copyright: 2021 derechos otorgados por los autores a Novasinerгия.
Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia de Creative Commons Attribution (CC BY NC).
(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introducción

El medio ambiente constituye la extensión que condiciona la interacción de la sociedad y continúa modificándose por las actividades no planificadas del ser humano (Bravo, 2019). El uso de las tecnologías digitales a gran escala conlleva a que las empresas, organizaciones e instituciones, adapten sus modelos de negocio a la actual era de transformación digital (Reis, Amorim, Melão & Matos, 2020). Sin embargo, poco se prevé las secuelas ambientales y sociales que se originan, debido a que el nivel de inversión y costo de implementar una planificación Green es elevado (Bravo, 2019). En Ecuador el área de Green IT y Green PBM ha sido poco incursionada, existen casos de éxito de empresas que emplean prácticas y políticas con base en las Normas ISO y frameworks, que se acoplan a una metodología definida, mas no como un modelo de negocios que se articule entorno a su planificación estratégica. Se lo hace en un sentido aislado que dificulta y en algunos casos imposibilita el cálculo del ROI, así lo indica Mazzella (2017) en su trabajo que enmarca la ventaja competitiva en la admisión de prácticas de TI sustentables.

La concepción de Green IT se basa en el funcionamiento eficiente y sostenible de bajo impacto ambiental de los recursos computacionales, a lo largo de su ciclo de vida (Villafuerte, 2018). En este sentido, se conjugan los procesos de negocio Green BPM disponiendo a la organización a ser proactiva ante las variaciones del entorno, mediante sus fases de identificación, modelado, despliegue y monitoreo. Para hacer efectivo este proceso, las organizaciones deben definir sus indicadores ambientales (Green KPI) para optimizar la productividad y sostenibilidad del negocio (Rodríguez, Candia, Bazan, Ambrosi, Castro, Díaz & Benítez, 2018).

Dada la relevancia de la sostenibilidad ambiental en la ejecución de los procesos de TI, la cuestión es cómo a través de la aplicación de un plan estratégico de bajo costo y fácil implementación se afronta el uso de recursos, servicios y procesos de negocio, asegurando la sostenibilidad e interoperabilidad en sus operaciones y actores desde una perspectiva Green. Curay (2019) indica que la planificación estratégica, estructura las oportunidades y amenazas y delimita las fortalezas y debilidades que surgen, de tal forma que sean un soporte para la toma de decisiones y la consecución de los planes de acción a mediano y largo plazo.

En la literatura existente se presenta un enfoque paradigmático sobre investigaciones desarrolladas dentro del campo de la planificación estratégica de TI y el área de Green IT. Tigua (2017) en su investigación genera un panorama sobre las políticas y Normas ISO en la realidad educativa, con el fin de forjar seguridad en las estrategias ambientales adoptadas para enfrentar las brechas digitales, en docentes, administrativos y estudiantes. Así, en el estudio de los autores Rodríguez et al. (2018), se incorporan las nociones de Green IT y BPM a través de indicadores Green, en el ciclo de vida de los procesos de negocio reforzando con la investigación "Los sistemas BPM y su aplicación en los procesos internos a nivel organizacional" de los autores Mazacon, Barragán, Wasbrum, Borbor & Bustos (2018).

En el trabajo "Formulación del Plan Estratégico de Tecnologías de la Información para la Defensoría Pública" del autor Calero (2018), se realizó un conjunto de pasos para la formulación del PETI, en el que se obtuvo como resultado, el requerimiento indispensable de un modelo de gobierno de TI en la gestión del plan estratégico, como apoyo a la inspección y toma de decisiones en el área de TI alineadas a la estrategia de la organización. Al igual que Villafuerte (2018) en su trabajo "Diseño de una Metodología para la gestión de TI en la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Central del Ecuador con base en el marco de referencia Cobit 5", expresa que las compañías e instituciones al no contar con marcos de referencia para gestionar el gobierno de TI, no pueden medir el Retorno sobre la Inversión (ROI) de sus operaciones, para maximizar sus ganancias, con

esta intención se desarrolló un modelo basado en la metodología COBIT 5 que contribuyó a fortalecer y consolidar a la institución. Finalmente, Zuñiga, Rocha, & Soto (2018), en su investigación “Certificación ambiental ISO 14000, como fuente de ventaja competitiva y su impacto financiero”, señalan los beneficios de la aplicación de las Normas ISO 14000, mediante la implementación de una metodología cualitativa aplicada, obteniendo como resultado la credibilidad como activo intangible, mejora de procesos, minimización de costes, entre otros aspectos que repercuten en el rendimiento económico y ambiental.

En el presente trabajo se diseña y define un modelo que implica buenas prácticas y métricas Green especificadas en la Norma ISO 14001 y 14031 respectivamente, como una herramienta de acción integral. Por esta razón el modelo fusiona las etapas de la Planificación Estratégica (PETI) de Gartner con el Modelo ISO/IEC 38500, aplicando procesos de COBIT 5 en cada fase, regidos bajo los lineamientos de la Norma ISO 14000. Además, en una de las etapas se despliega la metodología BPM Green para la gestión de los procesos de negocio, innovando notaciones Green a los procesos administrativos y educativos, lo que avala un modelo que permite la administración y dirección en diversos ámbitos de TI.

Este artículo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2 se presenta la metodología y sus fases, estableciendo KPI y plantillas para la gestión Green. En la sección 3 se establece de forma cualitativa y cuantitativa los resultados. La Sección 4 detalla la discusión, que contempla la nueva perspectiva Green con base en los principios de la ISO/IEC 38500. Finalmente, en la sección 5 se determina las conclusiones de la investigación.

2. Metodología

Se ha determinado la aplicación de una metodología longitudinal, basada en la combinación de las fases de la Planificación Estratégica de TI (PETI de Gartner), herramienta necesaria para instituir los esfuerzos de incorporación de Green IT en la empresa (Castro, 2017), con las acciones de gobernanza del Modelo ISO/IEC 38500 para la dirección y supervisión del estado actual y futuro de las Tecnologías de la Información Green (Pujol, 2016; Vecino, 2017). Además, dentro de cada una de las etapas se aplican ciertos procesos de COBIT 5 (Villafuerte, 2018), que han sido seleccionados para la gestión eficiente del caso, desplegándolos con los lineamientos de la Norma ISO 14001 para la gestión ambiental en todo el ciclo de vida analizado (Zuñiga et al., 2018). Posterior a ello, en la etapa 2, se estructura la metodología BPM para la administración de los procesos de negocios (Mazacon et al., 2018). Finalmente, se determina el Control del Plan Estratégico mediado por las métricas de los indicadores clave de desempeño ambiental (Rodríguez, 2019), a través de la aplicación de la ISO 14031. Las etapas del modelo se presentan a continuación.

2.1. Etapa 1: Evaluación de la Situación Actual Green

En esta etapa se analiza el uso actual y futuro de las Tecnologías de la Información Green y de los procesos de negocio Green, partiendo desde el análisis de la situación actual interna hasta el análisis funcional de la empresa. La Etapa contiene las siguientes acciones:

- Diagnóstico de la situación actual Green de la empresa.
- Diagnóstico del modelo Green de adquisición, uso y tratamiento de recursos de TI.
- Diagnóstico del modelo de procesos de negocio de Green IT.
- Diagnóstico de las variables clave de desempeño Green en la Institución. Generación de Fortalezas y Debilidades medioambientales de TI en la Institución.

2.2. *Etapa 2: Dirección del Modelo de Negocios Green IT y Green BPM*

En esta etapa se consolida la Fase 2 (Modelo de Negocios/Organización) y la Fase 3 (Modelo de TI) de la Metodología PETI, debido a que la investigación está enmarcada netamente a la estrategia Green del negocio como tal.

Se efectúa la fijación de la estrategia de negocios y el análisis del entorno en el que está inmersa la institución al presente, identificando y enumerando las Amenazas y Oportunidades Green que pudieran suscitarse en el futuro. Además, se concibe la transformación de las estrategias de negocio antes planteadas (Etapa 1) a estrategias de Green IT, posterior a ello se materializan cuatro procesos de COBIT 5, del dominio Planear y Organizar, con el objetivo de plantear estrategias y definir tácticas que aporten a la consecución de la visión estratégica, para llevar a cabo las actividades que estructuren los módulos del modelo de TI. La Etapa contiene las siguientes acciones y procesos:

- Generación de Amenazas y Oportunidades medioambientales de TI en la Institución.
- Identificación de estrategias medioambientales.
- Establecimiento del problema estratégico General Green.
- Solución estratégica General Green.
- Determinación de la dirección tecnológica Green.
- Definición de los procesos, organización y relaciones de TI.
- Administración de la Calidad.

Además, como parte del proceso Administración de la calidad se desarrolla la Metodología BPM Green. En la que no se emplearán todas las fases propuestas por Rodríguez et al. (2018), esto fue con base en la selección por la implicación la investigación. Se mencionan a continuación las fases destacadas.

1. Diseño y Modelado Green de los procesos
2. Alertas Green Intermitentes
3. Ejecución Green
4. Optimización y Evaluación Green de los procesos

2.3. *Etapa 3: Planeación Estratégica de adquisición, implementación y soporte de Green IT y Green BPM*

En esta etapa como en la etapa 2 se fusionan las actividades de la fase 4 (modelo de planeación) de la metodología PETI, con ocho procesos de COBIT. Las actividades seleccionadas de la fase 4 se especificaron con el objetivo de enfatizar los procedimientos para instaurar los recursos Green en la institución, la administración del riesgo y las variables que permite reconocer las amenazas desde la indagación de su origen y las consecuencias que pueden desatar.

Los procesos seleccionados pertenecen a los Dominios Adquirir e Implementar y Proveer y Soportar, con la finalidad de conceptualizar las soluciones estratégicas de Green IT y Green BPM, su implementación, e integración a los procesos de negocios de la institución. Se mencionan a continuación:

- Adquisición y mantenimiento Green de la infraestructura tecnológica. Administración de cambios
- Optimización Green de la continuidad del servicio y Administración de Datos.
- Administración Green del ambiente físico.
- Administración Green de operaciones y Administración de cambios.

- Capacitación Green a los usuarios.

2.4. Etapa 4: Monitorización del desempeño Green IT y Green BPM

En esta fase se realiza la inspección, medición, control y desempeño de las Tecnologías de la Información Green y de los procesos Green BPM, para lo cual se ha seleccionado un proceso del dominio Monitorear y Evaluar de COBIT 5. Para la medición del desempeño se definen los indicadores clave de rendimiento ambientales (KPI Green), especificados a través de la aplicación de las métricas de la ISO 14031.

La actividad seleccionada fue el Monitoreo y Evaluación del desempeño de las Tecnologías de Información Green. Se utilizan dos tipos de indicadores, referidos en la ISO 14031: Indicadores del Desempeño de Gestión (IDGs) y los Indicadores del Desempeño Operacional (IDOs), además de indicadores directos, indirectos, estáticos y dinámicos determinados por el contexto del caso (Gestión Calidad, 2009-2019).

Para la identificación de los indicadores ambientales se tendrán en cuenta los existentes en la Institución. Los indicadores proporcionan información relevante de aspectos que competen al medio ambiente en cuanto a los procesos que se están gestionando (Rodríguez, 2019). A través de su obtención, se mide el desempeño de la evaluación ambiental detallada en la Norma ISO 14031 validados con la normativa provista por el Ministerio del Ambiente del Ecuador.

El caso de estudio se contextualiza como un regulador de contaminación al ser un organismo de gestión e inspección, por ende, al direccionar los indicadores según la norma ISO 14031 la discriminación de los KPI se conviene a concepto de lo que la institución requiere controlar y preservar (Soto, Murillo y Balladares, 2018). Para la confección y establecimiento del sistema de indicadores manejados, se definió la siguiente tabla 1 como guía de trabajo.

Tabla 1: Plantilla para el sistema de indicadores Green.

Indicador	Tipo de Indicador	Valor de medición	Tiempo para su efectivización
-----------	-------------------	-------------------	-------------------------------

Con el objetivo de monitorear y proyectar el desarrollo continuo de los procesos y administración de recursos de TI, se establecieron indicadores medioambientales cuya función fue inquirir lo más claramente posible el desarrollo ambiental Green IT y Green BPM. Para la obtención de los datos a evaluar, se determinaron Green KPI con base en la norma ISO 14031, información clave sobre el impacto ocasionado por las emisiones de CO2 implicadas por las TI.

En la tabla 2 se presentan los indicadores medioambientales seleccionados para la Institución, Indicadores del Desempeño de Gestión (IDGs) o Indicadores del Desempeño Operacional (IDOs), el valor de medición referencial para obtener los resultados que pueden presentarse como valores absolutos, relativos, indexados, agregados o ponderados y el tiempo a través del cual serán medidos (Gestión Calidad, 2009-2019).

Tabla 2: Establecimiento de Indicadores clave de desempeño medioambientales.

Indicador	Tipo de Indicador	Valor de Medición	Tiempo para su efectivización
Emisión de gas refrigerante al aire.	IDO	(Ton CO2/año)	anual
Porcentaje de objetivos ambientales de TI alcanzados.	IDG	(%)	anual
Consumo promedio de energía eléctrica.	IDO	Kw*h	semestral
Nivel de aplicación de estrategias Green IT.	IDG	(#)	semestral
Nivel de aplicación de estrategias Green BPM.	IDG	(#)	semestral
Número de empleados capacitados.	IDG	% * Número de empleados <u>capacitados.</u> Número de empleados no capacitados (a capacitar).	semestral
Número de equipos Green implementados.	IDO	% * Número de equipos Green <u>adquiridos e implantados.</u> Número de equipos Green no utilizados (a capacitar).	anual
Optimización de la carga de trabajo de los equipos.	IDO	(%)	semestral
Servicios Cloud implementados.	IDO	(%)	anual
Desechos electrónicos generados por unidad de equipo.	IDO	Kg/unidad	semestral

2.5. Solución Green Propuesta

Mediante la aplicación del modelo previamente planteado se desarrolló una serie de estrategias Green IT con base en la implicación directa de los actores de la institución, empleando políticas y lineamientos que efectivizan la generación de fortalezas y oportunidades, que permitirán posicionarse a corto, mediano y largo plazo, mejorando la rentabilidad, funcionamiento y posición de la Institución en el mercado (Abuchar, Ferro & Arias, 2019). Entre las que se desatacan en la tabla 3 las siguientes estrategias.

Tabla 3: Estrategias Medioambientales.

Estrategia	Ámbito
Implementar lineamientos y políticas de reducción, reciclaje y reutilización de los desechos de equipos tecnológicos.	Económico, al gestionar emprendimientos que emitan ingresos, además de la reutilización mediante la incorporación de ciertos componentes de TI a otros equipos y por ende minimizando el consumismo generador de emisiones indirectas.
Gestionar el suministro de energía en los dispositivos y recursos.	Innovación, al minimizar y controlar el uso de energía generador de gases de efecto invernadero al ambiente, transformando y proveyendo de soluciones limpias.
Consolidar todos los procesos involucrados en gestión y gobernabilidad de TI, agregando valor Green a su ejecución.	Del cliente, al encontrar el punto de equilibrio para que los procesos por el personal y alumnos (clientes) sigan parámetros que optimicen la sostenibilidad y la interoperabilidad Green de los equipos y de los servicios. Por ejemplo: minimizando los procesos duplicados de impresoras, pc, servidores, papel, sistema eléctrico y sistema de enfriamiento.

2.5.1 Solución Green BPM Propuesta

El modelo Green presentado tiene como objetivo la proactividad de la institución ante las variaciones del entorno. Las organizaciones deben definir sus indicadores ambientales de tal forma que se optimice la productividad y sostenibilidad del negocio, a su vez tener en cuenta las definiciones, metodologías y técnicas para discurrir el nivel de impacto ambiental, económico y social (Rodríguez et al., 2018).

Administración de la Calidad

La estructuración de la metodología Green BPM se estableció dentro del Proceso Administración de la Calidad, la cual avala que los procesos de Green IT otorguen valor al negocio, optimización perpetua y legitimidad para los usuarios o actores que constituyen el proceso (Díaz, Bazán, Rodríguez, Viviana, & Ambrosi, 2016). Se establecieron prácticas de calidad parametrizando y documentando a través de indicadores alcanzables, en las etapas que gestionen la eficiencia, a lo largo de su ciclo de vida (Rodríguez, 2019). Las fases a continuación descritas se contextualizaron con base en las fases del Modelo BPM (Duro & Gilart, 2016), en conjunción con las necesidades inherentes que requieren las instituciones de Educación Superior.

Diseño y Modelado Green de los procesos

En esta fase se identifica y modela nuevos procesos de negocio, con el propósito de obtener la mejora progresiva, orientada a la gestión Green. Se presentan tres segmentos: actitud, estrategia y gobernabilidad Green (Rodríguez et al., 2018).

Actitud Green: Herramienta esencial, para la marcha coherente y eficaz de la continuidad y refactorización de los procesos. Se debe crear una matriz con los valores ambientales aplicables, como una doctrina, así cada proceso que se efectúe se coordina con la sostenibilidad ambiental a lo largo del tiempo.

Estrategia Green: El diseño del software es un punto esencial a la hora de optimizar el procesamiento del hardware. Al existir sistemas que requieren actualización periódica, son necesarios cambios en los procesos que pueden activarse mediante la tecnología ecológica y refactorización del código.

- La administración adecuada de los procesos puede otorgar garantías en cuanto a reducción de costos, optimización de tiempo, mejora en la calidad, flexibilidad y sostenibilidad.
- En el modelado de los procesos se requiere la generación de una simbología gráfica, que enmarque los aspectos ecológicos (Green) de tal forma que la ejecución garantice la eficacia del entendimiento de los indicadores ecológicos.
- Con el modelado BPM, se puede realizar un diseño cognitivo, que permita al ejecutar el proceso, entender lo que la institución hace actualmente y la idea funcional que tiene del futuro.
- El modelado BPM Green incluye: sistemas de TI, acciones que consumen recursos, actores, datos, reglas institucionales y documentación adicional.
- Para el diseño y modelado de los procesos se debe implementar una notación Green mediante símbolos gráficos que delimiten datos o información sobre las consecuencias ambientales emitidas por cada uno de los procesos.

Gobernabilidad Green: El proceso de TI se modela normalmente, luego se separan los elementos del proceso que afecta al ambiente cuando es ejecutado, posterior a ello se diagrama en conjunto con su respectivo proceso de TI, utilizando la notación Green BPM, tabla 3. Finalmente se consolida un sólo diagrama incluyendo los procesos de TI y los procesos de impacto Green. El presupuesto asignado

para Green BPM, deberá corresponder un 25% del presupuesto total de TI, siendo el núcleo de las actividades estratégicas de la Institución. A su vez el control de las acciones Green será llevado a cabo por el director del departamento de TI y al finalizar la elaboración por el encargado del diseño de procesos BPM de la Institución (Díaz, Bazán, Rodríguez, Viviana, & Ambrosi, 2016).

En la tabla 4 se sintetizan las indicaciones a ser utilizadas por los encargados del diseño de procesos de la Institución, consta de siete actividades; la notación respectiva a ser incluida en el modelado de procesos y la directriz de aplicación que tienen, resueltas mediante un análisis previo con el equipo de trabajo (Recker, 2011).

Tabla 4: Notación Green BPM.

Actividad	Notación	Directriz
Consumo de energía eléctrica		Se añade la notación a una actividad que produzca gases de efecto invernadero, ocasionado por el gasto energético. Por ejemplo, el uso de impresora, computadora, servidor, sistema eléctrico, entre otros.
Consumo de papel		Se añade la notación a una actividad que produzca gases de efecto invernadero, ocasionado por el uso de papel. Por ejemplo, la creación de informes en papel de archivo y otros.
Consumo de gases refrigerante		Se añade la notación a una actividad que produzca gases de efecto invernadero, ocasionado por el uso del aire acondicionado. Por ejemplo, para el mantenimiento de los equipos en laboratorios, oficinas y centro de datos.
Consumo de combustible		Se añade la notación a una actividad que produzca gases de efecto invernadero, ocasionado por el uso de combustible como fuente principal. Algunos ejemplos son el transporte generado por las clases 100% presenciales y otros.
Reciclaje		Esta notación se adjunta al final de una actividad que esté ligada a un proceso de reciclaje. Por ejemplo, cambio o reemplazo de equipos entre departamentos, uso de componentes reciclado como papel, traslado de equipos a la zona de reciclaje, etc.
Indicadores de generación de gases de efecto invernadero		Estas notaciones son asignables a cada pool o carril como parte del proceso, de tal forma que se precise el nivel de emisión de gases de efecto invernadero (CO2). Los colores indican el nivel general de emisión. Rojo: Alto Amarillo: Medio Verde: Bajo
Flujo de gases de efecto invernadero		La transmisión del flujo de gases de efecto invernadero muestra la continuidad en un proceso y conecta las actividades generadoras de emisiones a los indicadores antes mencionados.

Ejecución Green

Valida que los resultados obtenidos de la ejecución aporten la sostenibilidad ambiental o los efectos negativos de cada proceso teniendo en cuenta los indicadores Green. En esta etapa se pueden incluir, a más de los que han sido definidos, nuevos tipos de indicadores como dinámicos y estáticos (Rodríguez, 2019).

- Etiquetas: Las tareas modeladas con BPM Green se deben comentar mediante etiquetas que permitan añadir información relevante del proceso como identificación de la actividad, código de la actividad y variables Green incluidas en el proceso.
- Avisos: Son acciones que se efectúan como respuesta a un proceso también llamadas alertas Green Intermitentes.

- Acciones Add Hoc no contempladas: Son tareas que no se han modelado en el proceso BPM, sin embargo, se las puede incluir como sub-tareas del bloque de proceso (Rodríguez et al., 2018).

Alertas Green Intermitentes

Las alertas son notificaciones emitidas esporádicamente durante la ejecución del proceso BPM, que varían por la intensidad del impacto al medio ambiente, al sobrepasar parámetros establecidos de cuidado ambiental (Rodríguez et al., 2018). Con base en las alertas, los miembros de la Institución podrán valorar la causa del problema, las consecuencias, y determinar soluciones estratégicas. En la tabla 5 se presenta las diferentes opciones de notificaciones con su respectiva valoración para ser incluidas en el diseño final de los procesos.

Tabla 5: Notificaciones para Modelado Green BPM.

Bloque de proceso	Tipo de notificación	Nombre	Especificación
	baja	Informar a un encargado	El proceso tiene un nivel de afectación ambiental bajo, que puede ser solventado con su respectiva gestión. En este sentido se notifica al responsable del proceso para que tome las medidas necesarias.
	Media	Intermitencia de otra acción	Requiere el lanzamiento de una acción que permite el soporte a la acción perjudicial.
	Alta	Detener el proceso	La acción ocasionada sobrepasa los niveles establecidos para la sostenibilidad ambiental, es decir tiene un nivel alto de implicación, por ende, el proceso debe detenerse por completo.

Optimización y Evaluación Green de los procesos

Se analizan los indicadores en conjunto con los resultados arrojados por las alertas Green, de tal manera que se determinen nuevas estrategias que optimicen o solucionen el impacto negativo detectado en el proceso, sin que el mencionado sea alterado.

A demás, la optimización de los procesos se la puede llevar a cabo a través de patrones específicos para cada proceso. Se detecta los diversos estados de los recursos que ocasionan un desequilibrio ambiental.

- Patrones para detectar ciertos recursos que consumen más energía de lo normal.
- Selección de recursos por competencia garantizando el cambio de recursos.
- Transformación de las tareas manuales a tareas automatizadas.
- Rendimiento de procesos manuales.

Para la evaluación de los procesos se transforma los aspectos tradicionales en métodos que se apoyan en indicadores Green que involucren el cuidado del ambiente (Rodríguez et al., 2018). En la figura 1, se presenta el ciclo de vida de los procesos BPM para la Institución, considerando las etapas y las alertas Green.

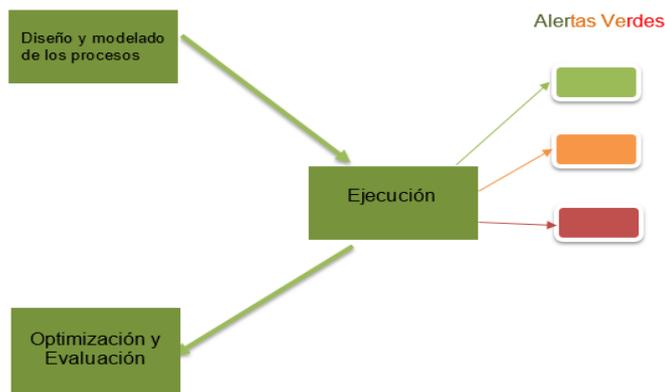


Figura 1: Ciclo de vida de los procesos BPM de la Institución.

3. Resultados

La sostenibilidad es uno de los elementos claves en la Institución, al utilizar los recursos de TI a disposición y así cumplir con los objetivos propuestos, certificando un equilibrio entre el desarrollo económico, el bienestar social y medioambiental (Mancebo, 2018).

La interoperabilidad es un rasgo prioritario, para obtener un ambiente de trabajo e infraestructura física y lógica de Green IT en la que los recursos que administra el departamento de TI se interconecten facilitando y garantizando el intercambio de datos e información de forma eficiente y eficaz (Calero, 2018). El progreso de la interoperabilidad no sólo reduce costos de instalación e integración, sino que además posibilita la inserción o sustitución de recursos de automatización a sistemas actuales, de tal manera que la reinserción innove tecnologías Green (Urquiza, 2020).

Con base en las necesidades de la Institución, se establece el nivel de interoperabilidad y sostenibilidad ambiental, al alcanzar mínimo el nivel Satisfactorio como resultado de ubicar los datos obtenidos de las mediciones en la escala de la tabla 6. La escala de medición y el nivel ambiental se estructuró valorando los requerimientos Green Institucionales en conjunción con la norma ISO/IEC 14031 y con base en el proceso de evaluación presentado en Patiño & Reina (2018).

Tabla 6: Criterios de valoración para determinación sostenibilidad e interoperabilidad.

Escala de puntuación	Nivel Ambiental
70.01%-100%	Óptimo
40.01%-70%	Satisfactorio
0 – 40%	No Satisfactorio

Ponderación de las características Sostenibilidad e Interoperabilidad

En la tabla 7 se presenta la ponderación porcentual determinada a las características ambientales, Sostenibilidad e Interoperabilidad. Tomando en cuenta los aspectos estratégicos en los que está enmarcada la Institución, en conjunto con las características que influyen tanto en el desarrollo sostenible ambiental como en la adecuada marcha del departamento de TI. Los indicadores clave de desempeño ambiental se establecieron con base en los aspectos económico, ingeniería, procesos, infraestructura y personas. Para la sostenibilidad ambiental se establecieron dos grupos de indicadores, Económico con un 35% y De Personas con un 25%, así mismo para la Interoperabilidad indicadores De Ingeniería y de Procesos con 15% y de Infraestructura con 10%.

Tabla 7: Ponderación de las características Sostenibilidad e Interoperabilidad.

Característica	Indicador	Ponderación
Sostenibilidad	Económico	35%
	De Personas	25%
	De Ingeniería	15%
Interoperabilidad	De Procesos	15%
	De Infraestructura	10%

Determinación de la Sostenibilidad e Interoperabilidad Ambiental

En la tabla 8 se presenta la guía para evaluar los procedimientos Green de la Institución en un periodo de tiempo que puede ser semestral o anual de acuerdo con los indicadores clave de desempeño medioambientales que se requieran considerar, tabla 2. Se asignaron 5 preguntas clave que recopilan la información necesaria para determinar el grado de cumplimiento de las características, se considera un valor de medición en función del porcentaje del personal y de los recursos y procesos de TI. Las preguntas se corresponden con cada uno de los indicadores establecidos, el valor de medición asignado recae en una escala entre 1 y 10 (siendo el 1 el peor y el 10 el mejor), en dependencia de la calificación obtenida, luego se efectúa el cálculo para transformar el valor de medición en un valor de ponderación porcentual basado en la Ponderación preestablecida en la tabla 7. Finalmente, se suman los valores de la Ponderación obtenida para cada característica, adquiriendo el porcentaje de Sostenibilidad y de Interoperabilidad ambiental que maneja la Institución. Con base en el resultado obtenido, se verifica en la tabla 8 si el dato adquirido cumple con un Nivel de Sostenibilidad e Interoperabilidad Green adecuado para la Institución.

Tabla 8: Determinación de la Sostenibilidad e Interoperabilidad Ambiental.

Característica	Indicador	Preguntas	Valor de medición	Ponderación
Sostenibilidad	Económico	La aplicación del Plan estratégico Green ha representado un ahorro de gasto energético significativo es decir mayor o igual al 1% mensual con respecto al mes anterior.	Entre 1 y 10	Con respecto a 35%
	De Personas	El personal de la Institución adopta las recomendaciones Green en todas sus operaciones diarias.	Entre 1 y 10	Con respecto a 25%
	De Ingeniería	Los equipos de TI reciclados o restaurados han presentado fallas de funcionalidad.	Entre 1 y 10	Con respecto a 15%
Interoperabilidad	De Procesos	Los servidores virtualizados son compatibles con las aplicaciones y sistemas integrados.	Entre 1 y 10	Con respecto a 15%
	De Infraestructura	Los equipos de TI, recursos de redes, sistemas energéticos de la Institución cuentan con la etiqueta Energy Star.	Entre 1 y 10	Con respecto a 10%

Para una mayor ilustración en la tabla 9 se toma como ejemplo la característica Sostenibilidad. Cabe recalcar que la característica tiene una ponderación de 60%, distribuyéndose para el indicador económico un 35% y para el indicador de personas un 25%.

Para el indicador Económico se asigna un valor de medición de 8 y para el indicador De Personas 5. Mediante una regla de tres, figura 2, se transforman los valores tomando como referencia los porcentajes asignados 35% y 25% respectivamente.

<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
8	<i>x</i>	5	<i>x</i>
35	100	25	100

Figura 2: Transformación a valores Ponderados.

Luego se suman los valores obtenidos de la Ponderación 22.86% y 20%, alcanzando una Sostenibilidad de 42.86%. Finalmente, se valida el resultado mediante la tabla 6, siendo 42.86% un Nivel Satisfactorio.

Tabla 9: Ejemplo de la determinación de las características Green.

Característica	Indicador	Preguntas	Valor	Ponderación
Sostenibilidad	Económico	La aplicación del Plan estratégico Green ha representado un ahorro significativo es decir mayor o igual al 1% mensual.	8	22.86%
	De Personas	El personal de la Institución adopta las recomendaciones Green en todas sus operaciones diarias.	5	20%

4. Discusión

Al ejecutar el Plan Estratégico Green, se presentaron prácticas necesarias que garantizan la sostenibilidad e interoperabilidad ambiental, cada una está ligada subjetivamente a un principio de la ISO/IEC 38500 (Gobierno de TI). Partiendo de la metodología propuesta se perfiló y definió las políticas que regirían el Plan Estratégico Green IT y Green BPM, basadas en particularizar el ahorro en gasto energético, optimización de procesos y de recursos tecnológicos, debido a que es una de las prioridades netas de la Institución de Educación Superior.

En la tabla 10 se presenta las prácticas necesarias para que la Institución pueda impulsar la sostenibilidad e interoperabilidad ambiental desde la nueva perspectiva de metas Green, en relación con el cumplimiento de los principios especificados en la ISO 38500, Responsabilidad, Estrategia, Adquisición, Desempeño, Cumplimiento y Conducta Humana (Rama, Suharjito & Gunawan, 2020).

Los resultados comprobaron que la valoración de los indicadores clave de desempeño proporcionados por la ISO 14031 y adaptados al contexto Institucional a través de datos cuantitativos y cualitativos, evalúan eficazmente las características sostenibilidad e Interoperabilidad. El estudio de la literatura y el diseño estructural permitió la alineación nuevos indicadores que avalan el ahorro económico, la responsabilidad ambiental vinculada a un cambio del paradigma social en el contexto del cuidado del ambiente, la comunicación y función responsable de la arquitectura tecnológica. Esta investigación innova la forma de gestionar estratégicamente y de forma sustentable, en un solo modelo, los departamentos de TIC de las Instituciones.

5. Conclusiones

En el presente trabajo se describió un modelo que permite desarrollar un plan estratégico, orientado a las tecnologías verdes. Este marco de trabajo presenta una solución integral, que alinea las metas del Negocio desde la perspectiva de una Institución Educativa con las metas Green IT y BPM. Los resultados indicaron que con la aplicación del modelo basado en COBIT y la ISO/IEC 38500 e ISO 14000, se podrá manejar a los recursos y procesos TI con un estándar Green de alto nivel, que permita determinar cuál es el nivel ambiental que se maneja en la institución desde el ámbito de la sostenibilidad e interoperabilidad.

Los KPI proporcionadas por la ISO 14031 y adaptados al contexto Green, a través de datos cuantitativos y cualitativos, establecen un valor referencial, para que el diseño estructural del modelo alinee los indicadores que avalan el ahorro económico, un cambio del paradigma social/ambiental, la comunicación y la responsabilidad de la arquitectura tecnológica. Así, periódicamente se podrán agregar nuevos indicadores de rendimiento ambiental (Green KPI) desde la solución Green BPM propuesta.

Se considera como trabajos futuros incluir propuestas Green específicas en el área de redes y telecomunicaciones, para la adaptación a organizaciones y/o empresas en otros ámbitos. A su vez, diseñar nuevos elementos para la notación Green BPM, a fin de aportar a la investigación con un modelado más amplio de procesos Green.

Tabla 10: Nueva perspectiva Green.

Perspectiva de las metas Green del Negocio	Principios de la ISO/IEC 38500	Perspectiva Green
*Ahorrar en el consumo de energía eléctrica, cambio de componentes de hardware, reutilizando y reciclando.	Responsabilidad Estrategia	Gestión responsable de las iniciativas Green, tarifas mensuales de consumo energético, mantenimiento Green de la Infraestructura Green y reestructuración y consolidación de nuevas arquitecturas de hardware sostenibles.
*Comprar equipos Green de bajo consumo energético y alto rendimiento que no superen el presupuesto asignado a TI.	Adquisición	Asignación del presupuesto por requerimientos Green en coordinación con la funcionalidad.
*Optimizar los datos, información y servicios mediante la inserción de servicios Cloud y virtualización de servidores.	Desempeño	Consolidación de los datos y servicios de TI en una arquitectura de software y de procesos interoperable y adaptable a los cambios ambientales.
*Generar redundancias en los servicios para mejorar la sostenibilidad en los equipos.	Cumplimiento	Consecuencias contundentes (Memos, amonestación verbal, multas, etc.), a las personas que no cumplieron con las prácticas Green establecidas en las fases del Plan Estratégico.
*Gestionar la adaptación del personal a la nueva cultura Green organizativa, siguiendo las políticas, prácticas y normas Green Institucionales.	Conducta Humana	El comportamiento del personal, incluyó las competencias, habilidades, la cultura y la ética individual comprometida con la adaptabilidad en un entorno laboral Green.

Referencias

- Abuchar, A., Ferro, R., & Arias, P. (2019). Las TIC ante el cambio climático. *Revista Avenir*, 3(2), 3-9. Retrieved from <https://fundacionavenir.net/revista/index.php/avenir/article/view/83>
- Bravo, P. (2019). *Evaluación de los procesos de TI de una empresa utilizando un marco de referencia de buenas prácticas que permita detectar brechas con los objetivos del negocio* (Tesis de maestría), Universidad de las Américas, Quito, Ecuador. Retrieved from <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/11331>

- Calero, J. A. (2018). *Formulación del Plan Estratégico de Tecnologías de la Información para la Defensoría Pública*. (Tesis de Maestría), Universidad de las Américas, Quito, Ecuador. Retrieved from <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9743>
- Castro, L. (2017). *Metodología PETI para puntual correo urbano EU*. (Trabajo de Especialización), Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD, Zipaquirá. Colombia Retrieved from <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13281>
- Curay, M. (2019). *Diseño de un Plan Estratégico aplicando la metodología COBIT en la empresa Importadora Alvarado S.A.* (Tesis de Pregrado), Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30098>
- Díaz, J., Bazán, P., Rodríguez, A., Viviana, & Ambrosi, M. (2016) Mejoras en la ejecución de BPM incluyendo conceptos de Green IT. In *Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, (pp. 626-630). Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina. Retrieved from https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/3573/11746_3573.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Duro, V., & Gilart, V. (2016). La competitividad en las instituciones de educación superior. Aplicación de filosofías de gestión empresarial: LEAN, SIX SIGMA y BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM). *Economía y Desarrollo*, 157(2), 166-181. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425548450012>
- Gestión Calidad. (2009-2019). *ISO 14001:2015 Evaluación del desempeño ambiental . Gestión Calidad Consulting*. Retrieved from <http://gestion-calidad.com/iso-14001-evaluacion-del-desempeno-ambiental>
- Mancebo, J. (2018). *Gamificación para promover la sostenibilidad en los procesos de negocio*. (Tesis de Maestría), Universidad de Castilla-La Mancha, Castilla-La Mancha, España. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10578/16691>
- Mazacon, C., Barragán, S., Wasbrum, W., Borbor, X., & Bustos, A. (2018). Los sistemas BPM y su aplicación en los procesos internos a nivel organizacional. *International Journal of Health Sciences*, 6(4), 28-32. doi: <https://doi.org/10.15640/ijhs.v5n4a5>
- Mazzella, F. (2017). *Ventaja competitiva en la adopción de prácticas de tecnología de la información sustentables (Green IT)* (Tesis de maestría), Universidad de San Andrés, Buenos Aires, Argentina. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10908/16148>
- Pujol, A. (2016) Herramientas para la implantación del gobierno de las TI: ISO 38500. In *Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE)*, (pp. 119-125). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España. Retrieved from https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18817/1/gobierno_de_las_TI_para_universidades_imprimible.pdf#page=121
- Rama, A., Suharjito & Gunawan, E. (2020). Evaluation of IT Governance Implementation using COBIT 5 Framework and ISO 38500 at Telecommunication Industries. In *2020 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)*, (pp. 453-457). IEEE. doi: 10.1109/ICIMTech50083.2020.9211275
- Recker, J. (2011). *Green, Greener, BPM?*. Retrieved from <https://www.bptrends.com/publicationfiles/07-05-2011-COL-Class%20Notes--Green%20Greener%20BPM-Recker.pdf>

- Patiño, S., & Reina, E. (2018). Evaluación de la eficiencia de un sistema de control biométrico basado en la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 60-75.
- Reis, J., Amorim, M., Melão, N., Cohen, Y., & Rodrigues, M. (2020). Digitalization: A Literature Review and Research Agenda. *Lecture Notes on Multidisciplinary Industrial Engineering*, 443-456. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-43616-2_47
- Rodríguez, A. (2019). Los KPIs como herramientas coadyuvantes para la evaluación de proyectos de tecnología de dispositivos médicos. *UPIICSA Investigación Interdisciplinaria*, 5(1), 18-32. Retrieved from <http://www.ruii.ipn.mx/index.php/RUII/article/view/67>
- Rodríguez, A., Candia, L., Bazan, P., Ambrosi, V., Castro, N., Díaz, F., & Benítez, I. (2018). Green BPM: ciclo de vida de procesos de negocio incorporando aspectos ambientales. In *XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, (pp. 581-591). La Plata, Argentina. Retrieved from <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73268>
- Soto, L., Murillo, E., & Balladares, J. (2018). Indicadores de resiliencia ambiental para la ciudad de Valencia bajo un enfoque de desarrollo sostenible. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, Retrieved from <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/05/resiliencia-ambiental.html/hdl.handle.net/20.500.11763/caribe1805resiliencia-ambiental>
- Tigua, W. (2017). *Aplicación de Políticas y Normas ISO para mejorar el uso del Laboratorio Informático Móvil en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad Estatal del Sur de Manabí* (Tesis de pregrado), Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí, Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/934>
- Urquiza, M. (2020). *Tecnología de Comunicaciones Wisun como Solución Iot para las redes eléctricas inteligentes* (Tesis de Maestría), Universidad del País Vasco, Bilbao, España. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10810/47113>
- Vecino, H. (2017). Normas ISO y marcos de referencia para gobernanza de las TIC. Revisión general. *Revista Colombiana de Computación*, 18(1), 70-81. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6720869>
- Vial, G. (2019). Comprensión de la transformación digital: una revisión y una agenda de investigación. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Villafuerte, A. (2018). *Diseño Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Central del Ecuador con base en el marco de referencia Cobit 5*. (Tesis de Maestría), Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2757>
- Zuñiga, C., Rocha, L., & Soto, M. (2018). Certificación ambiental ISO 14000, como fuente de ventaja competitiva y su impacto financiero. *Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 7(1). Retrieved from <https://riico.net/index.php/riico/article/view/324>