



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada. Toluca, Estado de México. 7223898476*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: VIII

Número: Edición Especial.

Artículo no.:34

Período: Julio, 2021

TÍTULO: Impacto ambiental por consumo de energía eléctrica en los Data Centers.

AUTORES:

1. Máster. Carlos Roberto Sampedro Guamán.
2. Máster. Silvio Amable Machuca Vivar.
3. Máster. Diego Paul Palma Rivera.
4. Máster. Bolívar Enrique Villalta Jadan.

RESUMEN: Las medidas de restricción aumentaron considerablemente las actividades virtuales, pocos saben que el uso de Internet y sus servicios incrementó el trabajo de los Centros de procesamiento de datos elevando el consumo de energía eléctrica, similar situación se dio a nivel mundial en el sector de las Tecnologías de la Información y Comunicación, generando del 2.5% al 3% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y se prevé su aumento un 14% hasta el 2040. El objetivo del estudio es concientizar sobre el impacto ambiental por consumo de energía eléctrica en los Data Centers y a partir de estos resultados se establece la huella de carbono generada, el estudio se basó en un análisis bibliográfico en fuentes confiables.

PALABRAS CLAVES: Huella de carbono, data center, contaminación por consumo de energía, gases de efecto invernadero, centro de procesamiento de datos.

TITLE: Environmental impact of electricity consumption in Data Centers.

AUTHORS:

1. Master. Carlos Roberto Sampedro Guamán.
2. Master. Silvio Amable Machuca Vivar.
3. Master. Diego Paul Palma Rivera.
4. Master. Bolívar Enrique Villalta Jadan.

ABSTRACT: The restriction measures considerably increased virtual activities, few know that the use of the Internet and its services increased the work of the Data Processing Centers, increasing the consumption of electricity, a similar situation occurred worldwide in the Technologies sector of Information and Communication, generating 2.5% to 3% of global greenhouse gas emissions and an increase of 14% is expected until 2040. The objective of the study is to raise awareness about the environmental impact of energy consumption electricity in the Data Centers and from these results the generated carbon footprint is established, the study was based on a bibliographic analysis in reliable sources.

KEY WORDS: Carbon footprint, data center, pollution from energy consumption, greenhouse gases, data processing center.

INTRODUCCIÓN.

Como columna vertebral modular de la revolución tecnológica, los Data Centers son esenciales para que la humanidad prospere en la era digital; la infraestructura de los centros de datos debe ser eficiente, descarbonizada y neutral en cuanto a recursos tecnológicos escalables.

La cotidianidad de utilizar redes sociales como Facebook, Instagram o Twitter, escuchar música en plataformas como Spotify, Apple Music, Deezer, Google Play, ver películas en Netflix y videos en YouTube o bien realizar pagos mediante la banca digital, está soportada por los data centers ubicados alrededor del mundo.

La comunicación electrónica también tiene impactos medio ambientales, “No consumas papel”, “Sea verde” y “Salva los árboles”, son mensajes comunes en la actualidad, puesto que muchas organizaciones alientan a sus clientes a hacer la transición hacia la comunicación digital y las transacciones electrónicas. Estos tipos de anuncios hacen creer que la comunicación electrónica es más ecológica que la comunicación tradicional en papel, pero es muy difícil declarar esto sin considerar la vida útil completa de todos los diferentes medios, siendo el papel un producto singularmente renovable y sostenible. Su principal materia prima, la madera, se cultiva y cosecha de una manera cuidadosamente controlada y sostenible (Two Sides, 2020).

Tampoco se debe ignorar los impactos ambientales de nuestro creciente mundo digital. La industria de las TIC es responsable por alrededor del 2.5% al 3% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y se prevé que este número aumente a un 14% hasta 2040. Las empresas y las personas utilizan cada vez más los servicios “en la nube”. Los Data Centers almacenan casi todo lo que hacemos en línea; incluidas nuestras búsquedas en la web, nuestras publicaciones en las redes sociales y las declaraciones digitales.

En el área de la comunicación, ya sea en los medios electrónicos o tradicionales, los consumidores deben estar informados acerca de los daños ambientales de esas actividades. Two Sides aconseja a las empresas que sean transparentes sobre la huella de carbono de todos sus servicios (Orihuela, 2002).

Según el Global E-Waste Monitor (GEM) 2020, se generó un récord de 53,6 millones de toneladas métricas (Mt) de desechos electrónicos en 2019, un 21% más en solo cinco años. En perspectiva, los desechos electrónicos del año pasado pesaron hasta 350 cruceros del tamaño del Queen Mary 2, lo suficiente para formar una línea de 76 millas de largo. GEM describe los desechos electrónicos como productos desechados con una batería o un enchufe. Los pequeños equipos electrónicos, pantallas y monitores, y los pequeños equipos de telecomunicaciones y de TI representaron más de la mitad de

los desechos electrónicos mundiales el año pasado. Estados Unidos y Canadá generaron colectivamente 7.7 Mt de desechos electrónicos en 2019. Eso es 46 libras. por persona, y casi tres veces la generación per cápita mundial de 16 libras, y Ecuador generó 99 Kt de desechos electrónicos (Forti, Baldé, Kue, & Bel, 2020).

Aunque apaguemos la luz y desenchufemos los aparatos eléctricos, cada uno de nosotros contribuye sin darse cuenta al calentamiento global, pues cuando enviamos un email o mensaje por WhatsApp, damos un “like” o navegamos en internet, estamos dejando una huella de carbono digital. Cuando pensamos en el cambio climático, nos centramos en las principales fuentes emisoras de carbono como las industrias petroleras y mineras, así como el transporte y los autos particulares que emiten enormes cantidades de gases, pero rara vez apuntamos a las tecnologías informáticas. (20 minutos Editora S.L., 2019).

DESARROLLO.

Comunicación electrónica, consumo energético y cambio climático.

La miniaturización de los equipos y la “invisibilidad” de las infraestructuras utilizadas lleva a muchos a subestimar la huella medioambiental de la tecnología digital. Este fenómeno se ve reforzado por la disponibilidad generalizada de servicios en la “cloud”, lo que hace que la realidad física del uso sea aún más imperceptible y lleve a subestimar los impactos ambientales directos de la tecnología digital. Para el año 2023, el gigante tecnológico mundial Cisco estima que América del Norte tendrá 345 millones de usuarios de Internet (frente a 328 millones en 2018) y 5 mil millones de dispositivos / conexiones en red (frente a 3 mil millones en 2018). El Departamento de Energía de EE. UU. Informa que los centros de datos de EE. UU. consumieron aproximadamente 70 mil millones de kilovatios hora (kWh) en 2014, lo que representa aproximadamente el 1.8% del consumo total de electricidad de EE. UU. Según las estimaciones de tendencias actuales, se prevé que los centros de datos de EE.

UU. consuman aproximadamente 73.000 millones de kWh en 2020. Este consumo de energía no incluye la energía necesaria para construir, alimentar o recargar los dispositivos. En América Latina tendrá 470 millones de usuarios de Internet (frente a 387 millones en 2018) y 2.1 mil millones de dispositivos / conexiones en red (frente a 1.4 mil millones en 2018). (Cisco, 2020)

El crecimiento de usuarios de Internet a nivel mundial, se proyecta que el total de usuarios de Internet crecerá de 3.9 mil millones en 2018 a 5.3 mil millones en 2023 a una tasa compuesta anual del 6 por ciento. En términos de población, esto representa el 51 por ciento de la población mundial en 2018 y el 66 por ciento de la penetración de la población mundial para 2023.

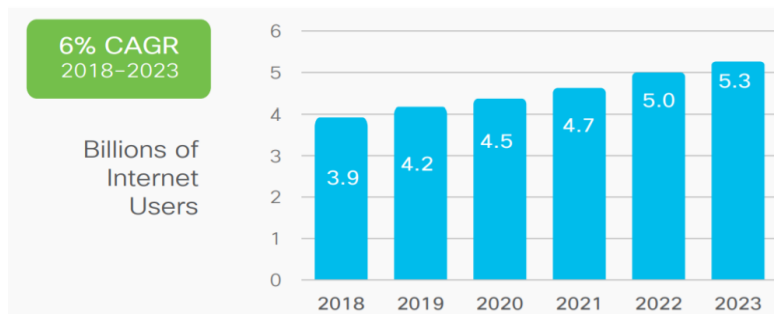


Ilustración 1: Crecimiento global de usuarios de Internet. Fuente: Informe anual de Internet de Cisco, 2018-2023 (Cisco, 2020).

Tabla 1: Usuarios de Internet como porcentaje de la población regional.

Región	2018	2023
Global	51%	66%
Asia Pacific	52%	72%
Central and Eastern Europe	65%	78%
Latín América	60%	70%
Middle East and África	24%	35%
North América	90%	92%
Western Europe	82%	87%

Fuente: Informe anual de Internet de Cisco, 2018-2023 (Cisco, 2020).

De acuerdo con The Shift Project, una transición de reflexión de carbono, el consumo de energía necesario para las tecnologías digitales está aumentando cada año un 9% y la proporción de la tecnología digital en los gases de efecto invernadero (GEI) podría duplicarse a 8% en 2025. El

Nacional de EE.UU., el Laboratorio de Energías Renovables analizó 113 empresas de tecnología de la información en el año 2014 y encontró que solo el 14% de la energía consumida provenía de fuentes renovables (The Shift Project, 2019).

Según The Pacific Forest Trust, el dióxido de carbono (CO₂) es un gas incoloro, inodoro e incombustible que se encuentra en baja concentración en el aire que respiramos (en torno a un 0,03% en volumen). El dióxido de carbono se genera cuando se quema cualquier sustancia que contiene carbono. También es un producto de la respiración y de la fermentación. Las plantas absorben dióxido de carbono durante la fotosíntesis (GreenFacts, 2021).

Las tecnologías digitales forman un sistema global: terminales (teléfonos inteligentes, computadoras, tabletas, entre otros) están conectadas entre sí a través de infraestructuras de red (cables terrestres y submarinos, antenas redes móviles, fibras ópticas, entre otros), con el fin de intercambiar información almacenada y procesada en los Data Centers que es el corazón de este sistema; sin embargo, cada uno de estos elementos requiere energía no solo para operar (fase de uso) pero también, antes de eso, para ser producido: minería de materias primas, procesos industriales y luego entrega a los consumidores requieren recursos sustanciales, lejos de ser insignificantes.

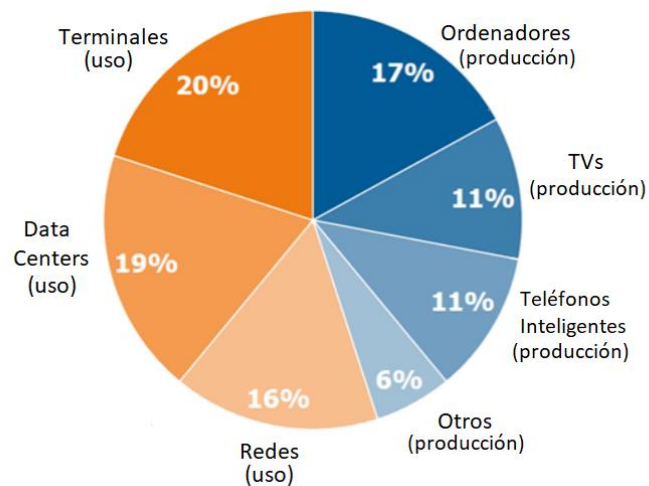


Ilustración 2: Distribución del consumo de energía final digital por rubro para producción (45%) y uso (55%) en el año 2017. Fuente: (The Shift Project, 2018).

La dinámica digital actualmente es insostenible. En el año 2019, casi el 4% de las emisiones globales de carbono se deben a la producción y el uso del sistema digital. Esto representa más del 2% que se suele atribuir al transporte aéreo civil, y con un aumento del 8% anual, esta participación podría duplicarse en 2025 para alcanzar 8% del total, del orden de las emisiones de los automóviles y vehículos de dos ruedas en la actualidad.

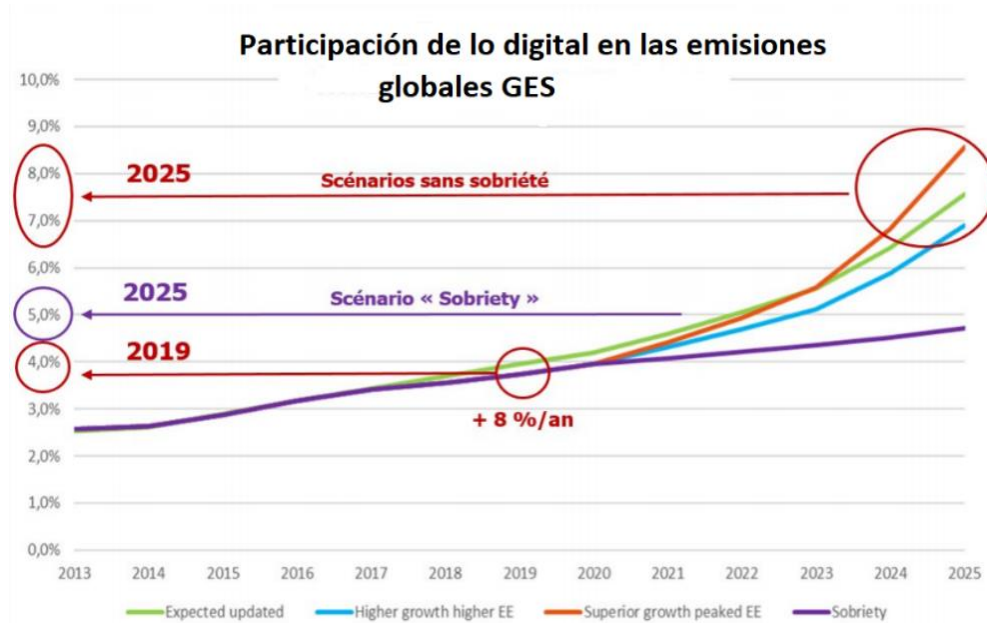


Ilustración 3: 2013-2025 cambio en la participación de la tecnología digital por emisiones globales GES. Fuente: (The Shift Project, 2018).

Efecto invernadero y los gases responsables GEI.

El efecto invernadero es un fenómeno natural que ocurre en la atmósfera, que permite que la temperatura en la Tierra se mantenga estable, en promedio en 15 °C, gracias al cual puede existir y mantenerse la vida en el planeta. Este fenómeno se produce gracias a la retención de calor por parte de los gases de efecto invernadero GEI (Dirección de Sustentabilidad, 2018).

Tabla 2: Gases de Efecto Invernadero según el Protocolo de Kioto

Gases de efecto invernadero - GEI
CO ₂ (Dióxido de carbono)
CH ₄ (Metano)
N ₂ O (Óxido Nitroso)
Hidrofluorocarbonos (HFC)
Perfluorocarbonos (PFC)
SF ₆ (Hexafluoruro de Azufre)

Fuente: (Dirección de Sustentabilidad, 2018).

En la tabla 3, se muestra la calificación de alimentación del servidor para servidores completamente configurados.

Tabla 3: El consumo de energía del servidor.

Servidor	Máximo	Típico
Servidor SPARC M7-8	10.400 W	6.800 W
Servidor SPARC M7-16	22.800 W	14.800 W

Fuente: (Spera, 2012).

Siendo el Data Center el lugar físico que alberga los sistemas más críticos de una red de computadoras, incluyen el respaldo de energía, el aire acondicionado, y las aplicaciones de seguridad, y asegura su funcionamiento en todo momento, 24X7, 365 días al año; cuyos propósitos son:

- Compilar y proteger los datos de una persona o compañía.
- Almacenar, procesar e intercambiar, información digital.
- Proveer de aplicaciones y servicios (Alojamientos Web, intranet, telecomunicaciones e información tecnológica).

Infraestructura de Data Center.

Corriente Eléctrica:

- Servicio eléctrico del edificio.
- Generadores.

- Sistema de baterías UPS.
- Transformadores.
- Protección contra aumentos súbitos.

Sistema de Enfriamiento:

- Sistemas que remueven el calor del Data Center.
- Aires acondicionados del cuarto de computadoras y subsistemas asociados (Carrillo, 2019).

Tabla 4: Clasificación de la fiabilidad de los Data Center conocidos como TIER.

TIER I	TIER II	TIER III	TIER IV
Infraestructura básica	Infraestructuras con componentes redundantes	Infraestructura con mantenimiento simultaneo	Infraestructura tolerante a fallas

Fuente: (Carrillo, 2019).

Es indispensable establecer niveles de seguridad y control de todas las variables, y el monitoreo de los equipos debe efectuarse a través de un software integrado que permita ver cada componente instalado en el Data Center.

Tabla 5: Copias de seguridad (UPS), basadas en una tasa de disipación de calor térmico.

Copias de seguridad típicas (para especificaciones de UPS)	Energía [kW]	Consumo de energía [MWh/jaar]
PC único (650 VA, 400W)	0.008	0.07
Pequeño servidor doméstico (1000 VA, 400W)	0.025	0.22
Servidor pequeño/medio (3 kVA, 2.2kW)	0.1	0.9
Servidor de gama media (5 kVA, 3.7 kW)	0.3	2.7
Centro de datos de clase A (UPS estándar)	265	2320
Electricidad directa	200	1750
Electricidad que consume el aire acondicionado	65	570
Centro de datos de clase A (UPS de elevada eficiencia)	152	1330
Electricidad directa	114	1000
Electricidad que consume el aire acondicionado	38	330

Fuente: (Carrillo, 2019)

1 kW= 1000 W, 1 MWh= 1000 kWh.

La huella de carbono es la totalidad de gases de efecto invernadero, que causan el calentamiento global, emitidos por la acción directa o indirecta de los seres humanos, así la huella de carbono digital es la producida por el uso de laptops, computadoras, teléfonos inteligentes, tabletas e infraestructura como Data Center y redes de comunicación (20 minutos Editora S.L., 2019).

Según un estudio de la Universidad McMaster de Canadá, durante el año 2018, el sector de las Tecnologías de la Información y Comunicación consumió entre el 6% y el 10% de la energía eléctrica generada en el mundo y, a este ritmo, se calcula que en el año 2030, el porcentaje total de energía consumida supere el 21%, similar a la huella de carbono que genera el transporte a nivel mundial.

Si bien es cierto que el teletrabajo implica menos traslados, y por ende, menos contaminación, los equipos necesarios para hacer funcionar a toda la maquinaria web no son inocuos. Para que Internet almacene toda la información que maneja, requiere de grandes servidores que tienen que estar en condiciones controladas a muy bajas temperaturas, lo que exige el uso de mucha energía (Lemos, 2020).

Tabla 6: Factor de emisión.

Fuente de energía	Factor de emisión	Unidad
Energía eléctrica	0,486	kg CO ₂ eq/kWh

Fuente: (Lemos, 2020a).

Emisiones del consumo eléctrico → ____ kWh * 0,486 kg CO₂eq/kWh = ____ kg CO₂eq

Metodología.

Para el estudio, se realizó una revisión sistemática de documentos de fuentes científicas especializadas en fuentes de energía y consumo de energía eléctrica de servidores y otros dispositivos de un Centro de Procesamiento de Datos o Data Center en Ecuador.

No se obtuvo información referente al número de Data Center en Ecuador, la estrategia de búsqueda se basó en primer lugar en el uso de Google Scholar, con artículos científicos y documentos de sitios web en inglés y español de trabajos como: The Global E-waste Monitor 2020, The Shift Project. El segundo tipo de fuente de consulta se orientó a sitios web y publicaciones de empresas e instituciones reconocidas en el campo de la informática y de organizaciones afines al área de estudio como: CISCO, Oracle, energía Online (EOL), Organización Two Sides. El tercer tipo de fuente consiste en publicaciones de noticias e informes referentes a los temas de consumo de energía eléctrica, contaminación por esta y huella del carbono.

Criterios de exclusión.

Se excluyeron publicaciones de foros y blogs que contienen información diferente a la mostrada en sitios de instituciones de reconocida trayectoria, y se omitieron también fuentes de información mayores a 5 años con excepción de datos que no han variado o no sirven de base para los datos actuales. Para proceder a la selección, se revisaron los títulos y palabras claves para la traducción de los documentos en inglés e italiano.

Análisis de información.

La información se clasificó y organizó en los apartados huella del carbono, alimentación de servidores, consumo energético y el impacto ambiental.

Resultados.

Formalización matemática de la relevancia energética.

Para evaluar la relevancia energética de la introducción de una capa inteligente en un entorno, se puede definir una función de costo global $G(t)$ enfoque similar a (Martínez, 2010).

$$G(t) = C \cdot E_{savings}(t) - E_{smart}(t)$$

Esta función evalúa, en función del tiempo, la ganancia neta de energía (en energía primaria) $G(t)$ obtenida, tomando cuenta:

- El factor de conversión C de energía eléctrica en energía primaria.
- La reducción en el consumo de energía posible gracias a la introducción de la capa inteligente (mejor gestión de la infraestructura) - esta reducción se modela como un porcentaje del consumo de energía inicial del sistema de iluminación:

$$E_{savings}(t) = E_{ini}(t) \cdot \alpha$$

donde α se denomina "coeficiente de ahorro de energía".

- Energía operativa, así como la energía incorporada necesaria para producir los diversos elementos de la capa inteligente y conectada:

$$E_{smart}(t) = E_{smart,embodied} + E_{smart,funct}(t)$$

El análisis de esta función permite obtener el llamado punto de neutralidad energética, que corresponde al tiempo de amortización, o tiempo de recuperación, a partir del cual los ahorros hechos posibles por la introducción de la capa inteligente compensan el costo energético de su producción y operación.

Este punto de neutralidad energética se define por $G(TPB) = 0$, donde TPB es el tiempo de recuperación (es decir, "recuperación de la inversión tiempo") mencionado anteriormente; por tanto, cuanto menor sea el valor de TPB, más interesante es introducir una capa inteligente en el entorno considerado, siempre que las ganancias netas se obtengan al mismo tiempo al final de la vida útil del sistema.

Es importante señalar, ahora que este indicador no captura solo toda la información necesaria para concluir sobre la relevancia de un proyecto inteligente. con un enfoque más sistémico y basado en la metodología del ciclo de vida, que es fundamental para la construcción de una estrategia de reducción neta y real de las emisiones de nuestras cadenas de valor (The Shift Project, 2020).

Reducción de la huella de carbono del sistema de información de la empresa.

El diseño de un sistema de información sostenible debe pensar de forma coherente los procesos de negocio y los usos de los sistemas asociados, las aplicaciones, los datos y las infraestructuras técnicas que soportan todos estos componentes.

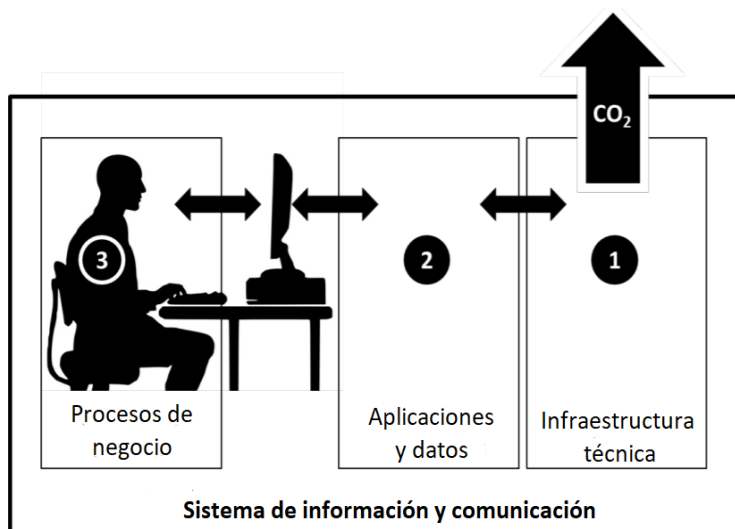


Ilustración 4: Sistema de información y comunicación (CO₂). Fuente: (The Shift Project, 2020).

La gestión de los sistemas de información y comunicación de la empresa puede organizar la reducción de la huella de carbono, adaptando su diseño a varios niveles:

1. Las emisiones de gases de efecto invernadero del sistema de información y comunicación de la empresa son producidos por sus infraestructuras técnicas (componentes de hardware, servidores, unidades de almacenamiento, controladores redes, pantallas, terminales fijos y móviles, y el software técnico) que los impulsa.
- No hay límite al consumo eléctrico operativo, también incluyen consumo de energía que permite la fabricación e instalación de componentes y su mantenimiento.
 - Los componentes de propiedad de la empresa incluyen aquellos elementos de subcontratistas de TI (cloud) y funcionales (agencia de publicidad).

- La expresión "huella de carbono" resume todas estas dimensiones que el diseño del sistema debe mitigar.
2. Las infraestructuras técnicas existen solo para almacenar, transferir y procesar datos, o para realizar Software de aplicación.
 3. El sistema de información y comunicación se caracteriza por realizar procesos, que manejan datos en parte estructurados, tanto de forma oral como escrita, y de manera digital. El software de aplicación automatiza algunos de los procedimientos incluidos en los procesos de negocio (The Shift Project, 2020).

Discusión de resultados.

Ecuador ha dado pasos importantes para bajar su aporte a la emisión de gases de efecto invernadero, sobre todo con el aumento de hidroeléctricas en lugar de termoeléctricas que son más contaminantes, pero ese millonario esfuerzo del país puede tener algunos resbalones en sus objetivos. Científicos ecuatorianos e internacionales advierten que las hidroeléctricas son vulnerables al cambio climático y Ecuador no ha hecho los esfuerzos suficientes para estudiar ese fenómeno en el país y asegurar que la producción energética no se vea afectada (PlanV, 2020).

Plantas hidroeléctricas causan más emisiones que otras de carbón o gas.

El impacto climático de las instalaciones hidroeléctricas varía ampliamente en todo el mundo y con el tiempo, y algunas emiten más gases de efecto invernadero que las que queman combustibles fósiles. Un nuevo estudio de la Asociación Internacional de Energía advierte que la mayoría de los estudios sobre el impacto climático de la energía hidroeléctrica han descuidado ciertos factores, como los cambios en las emisiones de dióxido de carbono que se producen cuando los paisajes naturales se inundan para crear depósitos para las plantas hidroeléctricas, así como el calentamiento a corto plazo de las emisiones de metano asociadas.

Los investigadores analizaron los impactos climáticos a lo largo del tiempo de las emisiones de dióxido de carbono y metano de un conjunto de datos de 1.473 instalaciones hidroeléctricas en 104 países. También estimaron las emisiones causadas por la inundación del embalse. (Europa Press, 2019)

Las videollamadas sí contaminan.

A pesar de una caída récord en las emisiones globales de carbono en el 2020, un cambio impulsado por la pandemia hacia el trabajo remoto y más entretenimiento en el hogar, presenta un impacto ambiental significativo. Esto se debe a la forma en que los datos de Internet se almacenan y transfieren en todo el mundo. Solo una hora de videoconferencia o transmisión, por ejemplo, emite de 150 a 1000 gramos de dióxido de carbono (un galón de gasolina quemado en un automóvil emite alrededor de 8,887 gramos), requiere de 2 a 12 litros de agua y necesita un área de tierra que suma aproximadamente el tamaño de un iPad Mini (El Comercio, 2021).

Varios países han informado un aumento de al menos un 20% en el tráfico de Internet desde marzo 2021. Si la tendencia continúa hasta fines del 2021, el incremento del uso de Internet por sí solo requeriría un bosque de aproximadamente 185.443 km² para capturar el carbono emitido. El agua adicional necesaria para el procesamiento y transmisión de datos también sería suficiente para llenar más de 300000 piscinas olímpicas, mientras que la huella de tierra resultante sería aproximadamente igual al tamaño de la ciudad de Los Ángeles (El Comercio, 2021).

La eficiencia energética de los centros de datos para un futuro más sostenible.

La gestión de la energía es uno de los desafíos más complejos en la industria; así que, los data centers líderes trabajan constantemente en mejorar su eficiencia energética, para ello, implementan todo tipo de técnicas innovadoras para reducir su PUE, antes de entrar en detalles sobre las diferentes medidas que los data centers implementan (España, 2009).

El índice PUE indica cuán eficiente es el uso de la energía en un centro de datos, y más concretamente, cuánta energía utiliza el equipamiento IT. Un valor ideal sería un PUE de 1,0. según la encuesta global a directores IT y de centros de datos del Optime Institute de 2020 (Crespo, 2017).

$$PUE = \frac{\text{Energía total de las instalaciones}}{\text{Energía del equipamiento IT}}$$

Las medidas de eficiencia energética más comunes que los data centers pueden implementar para reducir su consumo energético, y asegurar un servicio resiliente y eficiente son:

- Free-cooling.
- Gestión de la temperatura.
- Inteligencia artificial y aprendizaje automático.
- Energías renovables.

CONCLUSIONES.

Los gases de efecto invernadero no solo son emitidos por acción directa del ser humano, a esto se suma su comportamiento indirecto a través de la huella de carbono digital, la cual es producida por el uso desmedido de dispositivos que consumen energía eléctrica en los data centers o centros de procesamiento de datos.

El teletrabajo durante el año 2020 no ha reducido en gran porcentaje la contaminación, ya que mediante el uso de equipos tecnológicos con acceso a internet, ha requerido de grandes servidores funcionando las 24 horas del día los 7 días de la semana, y esto a nivel mundial representa un enorme porcentaje de energía, equiparándose con la disminución de contaminación por uso de transporte para traslado laboral y estudiantil y consumo de energía eléctrica en las oficinas e instituciones de educación.

Los centros hiperescalados son importantes como estructura de los data centers, los cuales les permiten alcanzar miles de servidores utilizando diferentes elementos como software virtualizado, memorias de alta densidad, chips, sistemas de control de humedad y temperatura, entre otros.

Es menester utilizar energías 100 % renovables en los data centers, y de esta manera, se podrá reforzar la calidad de funcionamiento de los sistemas de refrigeración, la predicción del uso energético y el mejoramiento de los valores de Power Usage Effectiveness (PUE).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. 20 minutos Editora S.L. (2019). La huella de carbono digital: internet también ensucia el planeta. (sitio web). <https://www.20minutos.com.mx/noticia/511030/0/la-huella-de-carbono-digital-internet-tambien-ensucia-el-planeta/>
2. Carrillo. (2019). Eficiencia Energética: Reto de los Data Centers del Futuro. (sitio web). DataCenter. <https://www.datacenterdynamics.com/es/features/eficiencia-energ%C3%A9tica-reto-de-los-data-centers-del-futuro/>
3. Cisco. (2020). Cisco Annual Internet Report (2018–2023) White Paper. (sitio web). <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>
4. Crespo, A. N. D. (2017). Procedimiento de diseño de sistemas de almacenamiento para centros de datos. La Habana: Universidad de La Habana.
5. Dirección de Sustentabilidad. (2018). Manual de Aplicación de la Huella de Carbono. Buenos Aires: Ministerio de Agricultura. https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/agroindustria/docs/Manual_aplicacion_Huella_de_Carbono.pdf

6. El Comercio. (2021). Las videollamadas sí contaminan. (sitio web). <https://www.elcomercio.com/tendencias/videollamadas-contaminan-dioxido-carbono-tecnologia.html>
7. Europa Press. (2019). Plantas hidroeléctricas causan más emisiones que otras de carbón o gas. (sitio web). <https://www.europapress.es/ciencia/cambio-climatico/noticia-plantas-hidroelectricas-causan-mas-emisiones-otras-carbon-gas-20191113175516.html>
8. España, P. (2009). El futuro de los centros de procesamiento de datos: cómo alcanzar la eficiencia energética. Madrid: Anales de Mecánica y Electricidad.
9. Forti, V., Baldé, C. P., Kue, R., & Bel, G. (2020). The Global E-waste Monitor 2020. Geneva: United Nations University. <https://collections.unu.edu/view/UNU:7737>
10. GreenFacts. (2021). Fact on Health and the Environment. (sitio web). <https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/dioxido-carbono.htm>
11. Lemos, C. (2020). ¿Cómo calcular la huella de carbono que le dejas al planeta? (sitio web). Energía Online. <https://www.energiaonline.com.ar/como-calcular-la-huella-de-carbono-que-le-dejas-al-planeta/>
12. Lemos, C. (2020a). ¿Cuánta energía consume Internet? (sitio web). Energía Online. <https://www.energiaonline.com.ar/cuanta-energia-consume-internet/>
13. Martínez, E. (2010): Medición del valor de marca desde un enfoque formativo. Cuadernos de Gestión,10, 167-196,
14. Orihuela, J. L. (2002). Nuevos paradigmas de la comunicación. Chasqui. Revista latinoamericana de comunicación, 77, 10-13.
15. PlanV. (2020). Hidroeléctricas en Ecuador. (sitio web). <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/hidroelectricas-ecuador-espaldas-del-cambio-climatico>

16. Spera, C. (2012). Las claves en la administración de energía del Data Center. Logicalis Now. 1, 13-14.
17. The Shift Project. (2018). Pour Une Sobriété Numérique. (sitio web). <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/11/Rapport-final-v8-WEB.pdf>
18. The Shift Project. (2019). Towards Digital Sobriety. (sitio web). https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/03/Lean-ICT-Report_The-Shift-Project_2019.pdf
19. The Shift Project. (2020). Déployer la sobriété numérique. (sitio web). https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2020/10/Deployer-la-sobriete-numerique_Resume_ShiftProject.pdf
20. Two Sides. (2020). La comunicación electrónica es más amigable con el medio ambiente que la impresión y el papel. (sitio web). <https://al.twosides.info/la-comunicacin-electrnica-es-ms-amigable-con-el-medio-ambiente-que-la-impresin-y-el-papel>

DATOS DE LOS AUTORES.

1. **Carlos Roberto Sampedro Guamán.** Máster en Ingeniería y Sistemas de Computación. Docente en la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: us.carlossampedro@uniandes.edu.ec
2. **Silvio Amable Machuca Vivar.** Máster en Educación Superior. Docente en la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: us.silviomachuca@uniandes.edu.ec
3. **Diego Paul Palma Rivera.** Máster en Informática Empresarial. Docente en la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: us.diegopalma@uniandes.edu.ec
4. **Bolívar Enrique Villalta Jadan.** Máster en Ciencias de la Educación. Docente en la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: us.bolivarvillalta@uniandes.edu.ec

RECIBIDO: 30 de mayo del 2021.

APROBADO: 10 de junio del 2021.