

ANTECEDENTES NORMATIVOS Y HERRAMIENTAS TICs DE GESTIÓN AMBIENTAL: UNA MIRADA DESDE LA LITERATURA.

H.R. Urrea-Castaño¹, A.A. Pino Martínez¹, D.L. Beltrán Grajales¹, J.A. Ferla Pérez¹ y N.E. Viana Rúa¹

¹Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Regional Antioquia. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín, Colombia.

hdurrea@sena.edu.co; apinom@sena.edu.co; dlbeltrang@sena.edu.co; jaferla@sena.edu.co; nrviana@sena.edu.co

Palabras Clave: Mitigación de impacto ambiental, TIC, indicadores ambientales, normas ambientales, herramientas TIC.

RESUMEN

El cuidado del medio ambiente ha cobrado una alta relevancia en los últimos tiempos a nivel internacional, nacional y local, a raíz de los grandes problemas ecológicos que cada vez se agudizan y deterioran progresivamente el planeta. En este sentido, hablar de la sostenibilidad ambiental en el marco de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, implica la reducción de los daños al ambiente, también, el papel de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos en el bienestar humano, las oportunidades económicas y la resiliencia social y ecológica. Es por ello, que los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) tienen como fin trabajar en los grandes desafíos a los que se enfrenta la humanidad para garantizar que todas las personas tengan las mismas oportunidades y puedan llevar una vida mejor sin comprometer nuestro planeta. Así mismo, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA ha desarrollado diferentes estrategias encaminadas en la contribución, que como institución se puedan realizar a la sostenibilidad ambiental de los centros de formación y de la comunidad que los rodea, aportando así, con soluciones a la calidad ambiental de la región a través del desarrollo de un sistema integrado que permita contribuir con la mitigación y compensación de los daños ambientales que se han estado ocasionando. Este artículo, esboza una mirada desde la revisión de literatura en fuentes primarias y secundarias para conocer y comprender las principales normas que regulan los temas ambientales, aquellas organizaciones referentes en materia y los principales hallazgos de herramientas mediadas por las TIC, que buscan contribuir con la medición, mitigación e impacto ambiental. A partir de esta revisión, se pretende definir los criterios y parámetros para el desarrollo de un prototipo que permita al Complejo Central de la Regional Antioquia llevar un adecuado control y registro de sus indicadores ambientales en miras de proponer estrategias de alto impacto ambiental.

La sostenibilidad ambiental en el marco de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas implica la reducción de los daños al ambiente, también, el papel que desempeñan los recursos naturales y su transformación en el bienestar humano, las alternativas de su comercialización, el bienestar social y ecológico. En este sentido, los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) hacen un llamado para: “afrontar los grandes desafíos a los que se enfrenta la humanidad para garantizar que todas las personas tengan las mismas oportunidades y puedan llevar una mejor vida sin comprometer nuestro planeta” [1]. Frente a esto, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), una de las principales instituciones encargadas del manejo ambiental a nivel internacional [2], con su Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) [2], promueve en su papel de defensor autorizado del medio ambiente a nivel mundial, la aplicación coherente de los aspectos ambientales y de desarrollo sostenible, a través de su agenda que posteriormente tomó forma de plan estratégico para este nuevo siglo que establece, entre otros elementos, las pautas para aproximarnos hacia un mundo más respetuoso con el medio ambiente [3].

Frente a este panorama, todos los estados que forman parte de la ONU, encaminaron su legislación ambiental hacia la búsqueda de los objetivos de dicha agenda. Dentro de estos objetivos, se encuentran la eficiencia energética y la energía renovable, la producción y consumo responsable y la capacidad de los países para tomar acciones frente a los cambios y efectos climáticos [4]. Desde otro lado, en la agenda departamental de competitividad e innovación de Antioquia, para el Área Metropolitana, se identificó como vocación productiva un territorio verde y sostenible que implica, entre otros factores, comunidades más autosuficientes, resilientes e inteligentes, capaces de hacer frente a los actuales desafíos medioambientales [5].

Por su parte, el Plan Tecnológico del Centro de Servicios y Gestión Empresarial dentro de sus variables estratégicas, contempla la sostenibilidad ambiental desde la perspectiva que las personas conozcan y sean conscientes de sus impactos ambientales a partir de cada una de sus actividades, y que dentro de sus prioridades implementen diferentes medidas o estrategias que aseguren la prevención, disminución o eliminación de las afectaciones al entorno. Así mismo, en la apuesta de escenario 2030, se contempla ser un agente transformador a partir, entre otros factores, de la sostenibilidad ambiental y cuya propuesta se integra con el objetivo Nro. 4 del Plan Tecnológico que busca potenciar la oferta de servicios relacionada con empaques, usos de nuevos materiales y segundos usos [6].

Para atender a estas iniciativas mundiales, nacionales y locales, el Centro de Servicios y Gestión Empresarial de la Regional Antioquia ha desarrollado diferentes estrategias aisladas, pero todas encaminadas en la contribución que, como centro de formación, se pueda realizar a la sostenibilidad ambiental del Centro mismo y de la comunidad que lo rodea, aportando así en la calidad ambiental de la región [7]. En razón a lo anterior, es de suma importancia trabajar en un sistema integrado que permita la medición y mitigación de los impactos ambientales generados en el Complejo Central de la Regional Antioquia, ya que éste actuaría como garante con el medio ambiente, de forma que los recursos que se tomen para el desarrollo y la productividad, sean preservados, cuidados, y si es posible, retornados de cierta forma al ambiente [8]. Para poder entregar a la organización educativa Sena en el Complejo Central de la regional Antioquia, el sistema integrado, es preciso abordar en primera instancia una revisión de antecedentes teóricos, normativos, tecnológicos del tema en cuestión como punto de partida para el desarrollo de dicho sistema, hallazgos que serán esbozados en el presente artículo.

El enfoque que se utilizó para el desarrollo de esta investigación es cualitativo, teniendo en cuenta que la recolección y revisión de literatura se basa en estudios aplicados y relacionados con el medio ambiente que representan un aporte a la comunidad científica [9]. El tipo de estudio es analítico, en el que se sigue un razonamiento inductivo que establece aportes particulares de las fuentes, en este caso, los artículos de las revistas estudiadas y normatividades relacionadas con el área ambiental enfocados en la medición y mitigación de los consumos ambientales. Este tipo de estudio, permitió llegar a establecer las categorías generales de análisis [10]. Para la estrategia metodológica se eligieron fuentes primarias y secundarias. Se realizó una búsqueda en diferentes bases de datos, entre ellas, Google académico, Scopus, Congreso de la república y Capterra (proveedor de mercado en línea, que actúa como intermediario entre compradores y proveedores); utilizando palabras claves como “Gestión ambiental”, “Sof-

ware ambiental” y “Mitigación Ambiental”. A partir de la lectura y análisis de un gran número de artículos, se lograron extraer 50 documentos con los que se construyó el marco de antecedentes de este artículo.

03 RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el escenario del ambiente se han gestado múltiples tópicos, controversias y planteamientos desde el ámbito internacional, así como también se ha dado origen a innumerables organizaciones ambientalistas de diferentes líneas y pensamientos[11]. Con una mirada abreviada por la historia de la problemática ambiental en el mundo, se puede interpretar mejor el motivo de la existencia de la legislación que regula la actuación del hombre con su entorno [12]. Para una mejor comprensión de esta situación, se describe el enfoque inicialmente desde el ámbito internacional, seguido desde lo nacional, luego desde lo departamental, para enfocar por último las actuaciones locales.

3.1 NORMATIVA INTERNACIONAL

Dentro de las fuentes teóricas ambientales, las conferencias de las naciones unidas realizadas en los años 1972 y 1992, en Estocolmo y Río de Janeiro respectivamente, marcaron el comienzo para la iniciativa de un cambio hacia una mejor conciencia ambiental en el mundo [13]. La primera conferencia, por resaltar el alto grado de contaminación que genera la industria del desarrollo, a su vez que logró que se incorporaran las nociones de conservación y buen uso del medio ambiente; y la segunda, por tratar de enfocar el uso de los recursos naturales hacia un desarrollo sostenible[14]. En el año 1971, Estados Unidos profirió una Ley de derecho ambiental con el fin de fomentar la protección ambiental que tuvo influencia sobre todos los países del Caribe[15].

En la legislación Europea se resaltan los siguientes tratados: “Acta Única Europea de 1987 donde se introdujo un nuevo título sobre medio ambiente” [16], “el Tratado de Maastricht (1993), aquí el ámbito medioambiental se convirtió en un ámbito político oficial de la Unión Europea”[17], “El Tratado de Ámsterdam (1999) donde se estableció la obligación de integrar la protección medioambiental y donde se hace una apuesta

seria hacia el desarrollo sostenible”[18]. “La «lucha contra el cambio climático» pasó a ser un objetivo específico con el Tratado de Lisboa” (2009), [19].

En Latinoamérica y en el Caribe, después de la Conferencia de Río de 1992, del mismo modo que comunidad internacional, todos los estados de américa latina y el Caribe enfocan su políticas con base en criterios de “sustentabilidad ambiental”, cabe resaltar que la sustentabilidad ambiental es la capacidad resiliente de los ecosistemas frente a la presión ejercida por procesos de desarrollo socioeconómicos [20]. Los estados invirtieron recursos de todo tipo a la creación de organizaciones, leyes y herramientas que invitan a proteger el ambiente [15]. En la Figura 1, se describen recopilaciones de las principales normativas que se han implementado a nivel internacional y tienen como propósito la protección del medio ambiente.



Figura 1. Normativa Ambiental Internacional.
Fuente: Elaboración propia.

Acogiendo la normatividad existente y lo expuesto anteriormente, el Sena incluye al interior de sus políticas ambientales, “la implementación de diferentes estrategias que contribuyan a la mitigación y adaptación al cambio climático”, “el uso racional y eficiente de los recursos naturales, primando el agua y la energía” y “el control de las emisiones, los vertimientos y residuos generados al interior de la entidad”. Con el fin de realizar un aporte importante a estas políticas, se busca aportar con el desarrollo de un prototipo para que la institución pueda realizar un mayor control y uso racional de

los diferentes recursos, de tal manera que pueda monitorear y controlar su consumo con base en la alta fidelidad de la información, al tiempo que la entidad disminuye sus emisiones contaminantes al ambiente.

3.2 **NORMATIVA NACIONAL Y LOCAL**

Colombia dentro de su marco legal ambiental ha hecho visible su apuesta por la conservación ambiental y para cumplir con el mandato de la Resolución 2997 de la Asamblea XXVII de la ONU del 15 de septiembre de 1972 y los de la Agenda 21 en el año 1992 [21], [22], se ha orientado el desarrollo de toda la legislación ambiental para coadyuvar con el mundo en la búsqueda de sus objetivos [23].

A continuación, se relacionan algunas normativas encontradas en relación con el aspecto ambiental:

A continuación, se enumeran algunas normativas colombianas encontradas que se relacionan con el tema Ambiental.

En la conferencia de Estocolmo del año 1972, “se generó la necesidad de establecer una legislación ambiental propia para la nación”[24]. Por lo anterior, se creó la Ley 23 de 1973 que decreta “facultades extraordinarias al presidente de la república para la creación de lo que hoy se conoce como El Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables que se convierte en su principal carta de navegación en todo lo relacionado con la legislación ambiental” [25].

Por otro lado, el Congreso de Colombia a través de la Ley 09 de 1979, creó el Código Sanitario como complemento a las legislaciones y normas mencionadas anteriormente. Este código tiene como objetivo principal “la salud y el bienestar humano”. Los temas desarrollados dentro de dicho código corresponden a: “residuos sólidos, aguas residuales, emisiones atmosféricas, suministro de agua, salud ocupacional, saneamiento de edificaciones, alimentos, drogas, medicamentos, cosméticos y similares, vigilancia y control epidemiológico, desastres, defunciones, traslado de cadáveres, inhumación y exhumación, trasplante y control de especímenes; artículos de uso doméstico, vigilancia y control, derechos y deberes relativos a la salud” [26].

A su vez, el Congreso de Colombia crea el Ministerio del Medio Ambiente en el año de 1993 mediante la Ley 99, en la cual “se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), y dicta otras disposiciones”[27].

Varias normas ambientales expedidas, fueron recopiladas en el decreto 1076 del 26 de mayo de 2015. A este decreto, se le conoce como “Decreto Único Reglamentario del Sector

Ambiente y Desarrollo Sostenible”, el cual recopila 1650 artículos que están dispersos en 84 decretos reglamentarios repartidos en 3 libros: en primer lugar aparece la estructura del sector ambiental, después está el régimen reglamentarios del sector, que contiene 11 títulos referentes a temas de diversidad, gestión ambiental, aguas marítimas y no marítimas, aire, residuos peligrosos, gestión institucional, instrumentos financieros, económicos y tributación, régimen sancionatorios y el tercer y último título las disposiciones finales, expedidos a lo largo de la historia normativa del país” [28]. Cabe resaltar, que cada uno de los elementos como agua, suelo, aire, energía, gas, combustibles de fuentes fósiles, residuos y otros, tiene su correspondiente normativa, reflejada en Leyes y Decretos reglamentarios.

Es importante anotar que, al interior de las entidades territoriales, la normatividad ambiental está regida por las corporaciones autónomas y las Áreas Metropolitanas, quienes se empeñan en hacer cumplir la normatividad nacional, mediante acuerdos y Autos de seguimiento y control. A nivel local, vale la pena destacar la figura de *Áreas Urbanas Protegidas*. Las áreas protegidas contribuyen con alimentación a los animales silvestres, y permiten conservar corredores estratégicos que fortalecen la biodiversidad y aseguran, tanto en el presente como en el futuro, más el acceso a servicios ecosistémicos que son necesarios para el territorio[25]. Estas categorías de manejo responden a la clasificación que se determina en el Decreto 1076 de 2015 como consecuencia del artículo 10 del Decreto 2372 de 2010. Este decreto se basa la resolución 2231 del Área Metropolitana del Valle de Aburrá de 2018 [29], en el cual se especifica que “un área protegida es un área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación”[28], [30].

De igual forma, la Alcaldía de Medellín estableció las zonas urbanas de aire protegidas (ZUAP), que incluye el sector de la avenida del Ferrocarril. La alcaldía de Medellín establece: “Los primeros resultados de la Zona Urbana de Aire Protegido serán la disminución de la cantidad de Óxidos de Nitrógeno (NOx) y Material Particulado menor a 2.5 micras (PM2,5), emitidos por los vehículos en el centro de la ciudad”[31].

Para terminar este enfoque normativo, se comparten algunas partes del informe que el 19 de mayo de 2016, que el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) emitió. Este informe involucró a 1.203 científicos del mundo, cientos de instituciones científicas y más de 160 gobiernos sobre el estado del ambiente global[32].

Del estudio realizado por Las Naciones Unidas, se toman las siguientes recomendaciones generales y que pueden ser tomadas para la región a manera de reflexión [33]: “Los gobiernos necesitarán encontrar soluciones innovadoras para permitir la desvinculación del crecimiento económico con el consumo de recursos”.

“Reducir la dependencia de combustibles fósiles, y la diversificación de las fuentes energéticas - será importante para la región. Un área donde este tipo de pensamiento será crítico es en el contexto de la urbanización”.

“Los gobiernos necesitan invertir en una resistencia basada en el ecosistema para poder reducir la vulnerabilidad y aumentar la adaptación”.

“Una mayor inversión en investigación, y la creación de la capacidad necesaria para recolectar y aplicar datos para fortalecer la interfaz ciencia-política, deberá ser una prioridad para la región”.

“Una coordinación intergubernamental más fuerte y enfocada a nivel regional y subregional mejorará los temas de gobernabilidad que son de prioridad regional”.

De toda la normatividad revisada, queda claro que los esfuerzos de todos los países se enfocan en aplicar la normatividad para contribuir con la sostenibilidad ambiental y, finalmente, en aportar de la mejor manera con la disminución del calentamiento global. Al final de toda esta revisión, se concluye que el esfuerzo institucional del Sena se acoge a la normativa y concentra sus esfuerzos en el control para el uso racional de los recursos y la disminución de los aportes contaminantes al ambiente.

A continuación, se muestra la normatividad ambiental existente a nivel nacional que está relacionada con los temas de interés, así como las normas internacionales que dieron el origen y soporte para su promulgación. De igual forma, se esboza cómo están relacionadas entre sí, mostrando la jerarquía para su aplicación a nivel nacional, departamental y local. Ver Figura 2.

Figura 2 en la página 61.

3.3 SOLUCIONES TECNOLÓGICAS AMBIENTALES

El medio ambiente ha pasado a ser una prioridad importante a nivel mundial, para ello, se ha tratado de incluir la tecnología para mantenerla en equilibrio, con el impacto que han generado los procesos productivos sobre el entorno [30]. Por lo cual, la conservación de un hábitat saludable dejó de ser más un deber para pasar a ser una necesidad. Sin embargo, se necesita cumplir con acciones para la protección ambiental, y para esto, se requiere en gran parte de la capacidad económica y tecnológica de un país y de sus respectivos sectores productivos.

En la vigilancia tecnológica realizada, se logró identificar que en el área ambiental existen diferentes softwares y aplicaciones móviles que están enfocadas en la parte administrativa, de control y seguimiento del proceso ambiental. A continuación, se describe una matriz que describe algunos softwares que actualmente se comercializan como herramientas de gestión ambiental para las organizaciones que, a través del aprovechamiento de las ventajas que ofrece las tecnologías, se combinan con diferen-






tes lenguajes de programación y técnicas de diseño, de esta manera se convierten en un aporte fundamental y significativo para los procesos de gestión ambiental. En la tabla 1. se describe el nombre del software, su dirección web, una descripción con sus características y la imagen representativa de cada aplicativo.

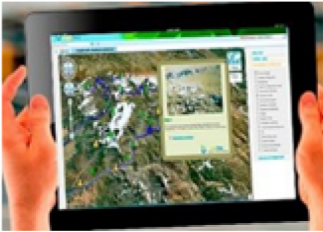




Tabla 1 en la página 62.










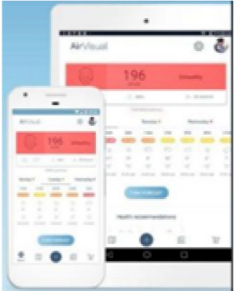

Figura 2. Constitución Nacional Ambiental.
 Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Matriz con análisis de software ambientales.
Fuente: Elaboración propia

NOMBRE	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Unificas – Software para la gestión de normas ISO, IFS, BRC, ARPC	[34]	Este software integra las normas Este software contiene las normas ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, ISO 19001, ISO 19600, ISO 27001, IFS o BRS. Las cuales tienen como fin diligenciar los diferentes procesos ambientales de las asociaciones.	
Sigea (Sistema Integrado de Gestión de Cumplimiento Ambiental)	[35]	Es un sistema que permite asegurar la sustentabilidad en industrias extractivas, productivas y servicios, entre muchas otras con el objetivo de consolidar la gestión ambiental.	
SoftExpert EHSM	[36]	Es un programa que se responsabiliza de la Gestión de Medio Ambiente, Salud y Seguridad, la cual disminuye el riesgo de incidentes y refuerza la correlación con normas ambientales y principios laborales.	
ISOTools excelente	[37]	Este sistema tiene como finalidad obtener cambios cuantificables sobre la alteración. A partir de inferiores precios y superior rapidez de comercialización, hasta aumentar en cumplimiento y asistencia al cliente.	
Quentic	[38]	Es una aplicación que ejecuta de manera fácil todas las condiciones de seguridad y salud en el trabajo y defensa medioambiental, tal cual de gestión energética y de la sostenibilidad.	

NOMBRE	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Eco2biz	[39]	Es un programa que autoriza a las compañías de todas las zonas (mineras, industriales, petroleras, eléctricas, ciudades industriales, etc.), corporaciones y asociaciones públicas (municipalidades, comunidades, gobiernos regionales, hospitales, etc.) diligenciar eficazmente sus contratos en la solicitud del medio ambiente en cumplimiento de las leyes y reglas que la ajustan y condenan.	
Software KAWAK	[40]	Es un sistema web que autoriza a toda la compañía vivir un sistema de gestión de manera digital, conservando el medio ambiente. Abarca las herramientas que se requieren para vigilar y tramitar el entorno interior y exterior de la empresa. Ejecuta el estudio del contexto interno y externo.	
GENSUITE	[41]	Es un sistema de desempeño ambiental que facilita la gestión de las exigencias esenciales del medio ambiente, agrupándose en el cumplimiento legal en componentes de atmósfera, agua y residuos.	
ENAXIS	[42]	Es un programa que ofrece apoyo tecnológico para la ejecución de métodos integrados de gestión fundados en diferentes marcos legales los cuales son: Gestión de calidad, ISO 9000; Gestión ambiental, ISO 14000; Gestión de inocuidad, ISO 22000; Gestión de seguridad y calidad ocupacional, ISO 45000 (antes OHSAS 18000); Gestión de la seguridad de la información, ISO 27000.	
M-Risk	[43]	Las soluciones M-Risk se utilizan en Chile, Brasil, Argentina, Colombia, México y Perú, países donde se ha evidenciado la necesidad de controlar y administrar los diferentes procesos enfocados en el cumplimiento normativo y ambiental para asegurar la continuidad operacional de empresas y proyectos.	

NOMBRE	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Borealis	[44]	Es una plataforma única para gestionar todas las actividades de relacionamiento con los grupos de interés con módulos adicionales para fortalecer todas las áreas del medio ambiente, social y gobernanza.	
Wilbee Home	[45]	Es un sistema que calcula el cuadro eléctrico del domicilio o la compañía, en el que es viable examinar cuál es el esquema de gasto de cada dispositivo y estar al tanto del informe sobre el gasto eléctrico en tiempo real. Con este sistema se logra recoger también conjeturas personalizadas con las que desarrolla la vigencia energética y someter las muestras contaminantes, asimismo de la cuenta de la luz, se puede hallar en la Play Store u obtener como una aplicación para conectores móviles.	
Ecochain	[46]	Es un programa que convierte los datos ambientales en una oportunidad comercial. Ayuda a las empresas a medir y reducir sus emisiones, identificar puntos críticos y cerrar la brecha de datos. La huella basada en actividades de Ecochain le permite a la empresa crear cientos de evaluaciones del ciclo de vida (LCA) en minutos, para que pueda concentrarse en tomar medidas en lugar de escribir informes.	
Metrio	[47]	Es un software de creación de informes de sostenibilidad, Metrio ayuda a recopilar, gestionar, analizar y comunicar los datos de ESG (medio ambiente, responsabilidad social y gobierno corporativo, por sus siglas en inglés). Selecciona un marco (SASB, CDP, GRI, etc.) o usa tu propia plantilla para crear un informe listo para publicar.	
Enablon	[48]	Es un programa líder de soluciones de gestión integrada de riesgos, gestión de riesgos operativos, EHS y sostenibilidad. Muchas organizaciones líderes en la industria y millones de beneficiarios en todo el mundo confían en los medios para restar los peligros, crecer la seguridad de los personales, evitar que sucedan incidentes y alcanzar el cumplimiento legal.	

NOMBRE	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
ENFOS	[49]	Es una plataforma que conecta toda la información compleja involucrada en la remediación ambiental y el desmantelamiento. Al conectar verdaderamente toda la información financiera y técnica relacionada en un solo lugar, ENFOS permite a las organizaciones planificar, realizar y medir mejor su trabajo	
ECO-OS	[50]	Es un software que permite una fácil implementación de divulgaciones reglamentarias y voluntarias, auditorías y análisis avanzados. La tecnología de vanguardia proporciona continuidad empresarial y una visibilidad única de la toma de decisiones: puntos de referencia, pruebas de estrés e información útil. Administre sin problemas los datos de ESG en sus sitios, departamentos y partes interesadas en función de varios esquemas de divulgación predefinidos y sus propias matrices únicas.	
Eagle	[51]	Es un programa que brinda soluciones de monitoreo ambiental (AECOM, por ejemplo). También trabaja con organismos gubernamentales (Departamento de Recursos Naturales de Qld) proveedores de hardware (Campbell Scientific).	
Calidad del aire / AirVisual	[52]	Es un aplicativo que tiene como objetivo suministrar información sobre los elementos que producen contaminación en el aire en cada parte del mundo, asimismo como predicciones en las que se exponen los niveles de las fechas posteriores. PM2.5, PM10, ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono son las sustancias que calcula. Igualmente, muestra la calidad del aire en un mismo espacio, se logrará conocer el pronóstico del tiempo y de la calidad del aire en una simple ojeada y hallar los peligros para la salud. Cuenta con información de 10.000 ciudades en más de 100 países diferentes.	
Plume Air Report	[53]	Esta aplicación suministra en tiempo real las categorías de contaminación en un espacio resume y anuncia cómo desarrollará la calidad del aire cada tiempo durante las consecutivas 24h, de modo equivalente a un pronóstico atmosférico. En conclusión, proporciona al consumidor recomendaciones personalizadas sobre el mejor instante del tiempo para ejecutar su actividad preferida sin sobreexponerse a la contaminación.	

La búsqueda y análisis de softwares, permitió tener un punto de partida para poder determinar cuáles serían los elementos y características que serían integradas dentro de la solución tecnológica que se proyecta desarrollar para la medición, mitigación y en general administración de los indicadores ambientales que actualmente se miden en el complejo central de la regional Antioquia.

Indudablemente, la tecnología aporta grandes herramientas en la gestión ambiental, escenario que se pudo percibir en los hallazgos de los softwares analizados. De manera general, se logra identificar que estos contribuyen a nivel empresarial en temas de riesgos, emergencias, gestión, monitoreos, residuos e indicadores, todos ellos direccionados al cumplimiento de políticas y normatividad en relación con el medio ambiente. A su vez, a través de estas tecnologías se puede llevar a cabo un control de los impactos generados por las actividades propias de cada negocio en miras del cumplimiento de sus objetivos empresariales. De otro lado, de manera específica, se pudo determinar qué elementos como interfaces, tendencias de diseños y lenguajes de programación eran los predominantes para ser considerados como insumo para el prototipo proyectado. Frente a los hallazgos, se pudo determinar además, que si bien, cuentan con elementos diferentes y pertinentes para la gestión ambiental de las organizaciones, estos no son suficientes, ya que por las condiciones específicas de la Institución y sus necesidades propias, se hace necesario desarrollar un software a la medida que contemple e integre de manera holística los requerimientos de los centros de formación y, en general, la institución.

04

CONCLUSIONES

Son varias las organizaciones y programas que a nivel mundial son garantes y promueven un uso responsable de los recursos para que no se comprometa el planeta y la calidad de vida de todos los que allí habitan. Eso conlleva, entre otros factores, a un mundo más armónico, respetuoso y responsable con el medio ambiente donde las comunidades son autosuficientes y resilientes frente a los actuales desafíos medioambientales.

A la luz de las diversas organizaciones y programas surge la existencia de la legislación que regula la actuación del hombre con su entorno, y en consecuencia con la problemática ambiental en el mundo, donde el papel del hombre ha sido determinante en el abuso y deterioro de los recursos naturales. La normatividad existente establece

entonces la obligación del Estado, de las empresas y las personas para la conservación de las riquezas naturales y culturales de la Nación, esto en miras del consumo responsable y consciente del agua, de la energía, de los residuos y en general de lo pertinente con el medio ambiente en el cual habitamos y cuya responsabilidad de cuidado y preservación nos compete.

A nivel internacional, las conferencias de las naciones unidas realizadas en los años 1972 y 1992, en Estocolmo y Río de Janeiro respectivamente, los tratados de la Unión Europea de (1987), el Tratado de Maastricht (1993), el Tratado de Ámsterdam (1999), el Tratado de Lisboa (2009), y la Conferencia de Río de 1992, marcaron el comienzo y un hito en la iniciativa de un cambio hacia una mejor conciencia ambiental en el mundo, que supone una capacidad resiliente de los ecosistemas frente a la presión que se ejerce por los procesos de desarrollo socioeconómicos en los países.

Por su parte, Colombia se suscribe al cuidado del medio ambiente, mediante un marco legal ambiental que orienta a todos los actores involucrados en un actuar responsable y de cuidado en pro de la sustentabilidad ambiental de las regiones. Por su parte, al interior de las entidades territoriales, la normatividad ambiental está regida por las corporaciones autónomas y las Áreas Metropolitanas, quienes se empeñan en hacer cumplir la normatividad nacional, mediante acuerdos y Autos de seguimiento y control.

En este sentido, las organizaciones buscando atender y dar respuesta a la amplia y compleja legislación sobre medio ambiente, se valen de diferentes estrategias para poder ofrecer respuestas oportunas e idóneas que evidencian el buen uso de sus recursos y el cumplimiento de sus obligaciones conforme a la ley. Muchas de estas estrategias incluyen mediciones en tiempo real, indicadores que permitan un adecuado seguimiento y control, campañas de concientización ambiental y herramientas tecnológicas que faciliten una adecuada gestión y trazabilidad de las actuaciones en este contexto. Es así como esta última estrategia, cada vez es más usada por las organizaciones, que reconociendo el papel de las TIC, acuden a estas buscando soluciones prácticas para sus problemáticas empresariales en terrenos ambientales.

Según la literatura revisada, se logró hallar un número importante de herramientas tecnológicas que buscan brindar soluciones encaminadas en la integración y cumplimiento de las normas ambientales. Cabe resaltar, que de los softwares analizados se obtuvo un referente de cómo con la tecnología se ha venido realizando controles y seguimientos ambientales para la toma de decisiones y sensibilización ambiental teniendo en cuenta las normatividades que regulan esta área. Algunas de las características más relevantes halladas, coinciden en que del 100% de los Software analizados con relación a sus procesos y medidas, algunos tienen similitudes en sus módulos, donde el 20% tienen el módulo de riesgo, el 10% el módulo de las normas ISO, el 5% el módu-

06 REFERENCIAS

lo de residuos sólidos y el 2% cuentan con un módulo de sostenibilidad. Aunque estos softwares han tenido buena aceptación por las empresas y ayudan en la optimización de los procesos para el estudio que se requiere, para el caso del SENA y en concreto para el futuro proyecto que se desea realizar, no es factible adaptar estos desarrollos identificados, dado que los procesos ambientales de la entidad están basados en el cumplimiento de la normatividad que la rige y se viene trabajando en una estructura de años anteriores. Por lo tanto, para el desarrollo del futuro proyecto ya se cuenta con unos indicadores, a partir de los cuales se trazan los programas ambientales, lo que obliga a diseñar un prototipo a la medida y no a uno genérico. Sin embargo, el resultado de la vigilancia tecnológica permite tener referentes valiosos como la forma en que se muestra la información de los resultados, la implementación de gráfico dinámicos, la interfaz amigable y minimalista, y ayudas estratégicas que faciliten la toma de decisiones y la practicidad de la información al momento de realizar los registros entre otras.

Estos diversos hallazgos, acercan la ejecución del futuro proyecto en miras del desarrollo de un prototipo funcional para el complejo central de la regional Antioquia que le permita a los centros de formación que confluyen en él, una oportuna medición y mitigación de los impactos ambientales y un cumplimiento de la norma que así lo exige. De esta manera, se espera un mejor aprovechamiento de las capacidades del talento humano y de la capacidad instalada en cuanto a desarrollos tecnológicos con los que actualmente cuentan los centros de formación.

05

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento al Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA - SENNOVA por la financiación de este proyecto radicado con el código GPS 8491-2021; al Centro de Servicios y Gestión Empresarial del SENA, por los recursos e información que nos proporcionó; al Grupo de Investigación en Gerencia y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología GIGAT; a los semilleros de investigación SIPI, MERLÍN y SIG-SENA, por el apoyo para el desarrollo metodológico de esta investigación.

- [1] Cepal, “Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y El Caribe.” 2016.
- [2] U. Nations, “Apoyar el desarrollo sostenible y la acción climática | Naciones Unidas,” 2019. <https://www.un.org/es/our-work/support-sustainable-development-and-climate-action> (accessed May 31, 2021).
- [3] ONU, “Naciones Unidas | Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano,” Objetivos del Desarrollo Sostenible. Década de acción., 2019. <https://www.un.org/es/> (accessed May 31, 2021).
- [4] Organización de las Naciones Unidas, “Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible,” Web Page, 2017. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> (accessed May 31, 2021).
- [5] Colombia Competitiva, “Agendas Departamentales de Competitividad e Innovación,” 2019. <http://www.colombiacompetitiva.gov.co/snci/agendas-departamentales-de-competitividad/agendas-departamentales> (accessed May 31, 2021).
- [6] Organización de las Naciones Unidas, La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales. 2018.
- [7] M. J. Pérez Espinoza, C. Espinoza Carrión, and B. Peralta Mocha, “La Responsabilidad Social Empresarial y su Enfoque Ambiental: Una Visión Sostenible a Futuro,” *Rev. Científica Univ. y Soc.*, vol. 8, pp. 169–178, 2016.
- [8] A. Zarrilli, “Política, medio ambiente y democracia, un debate que apenas comienza,” doi: 10.17151/luaz.2015.41.1.
- [9] J. I. Herrera Rodríguez, G. E. Guevara Fernández, and H. Munster de la Rosa, “Los diseños y estrategias para los estudios cualitativos. Un acercamiento teórico-metodológico,” *Gac. méd. espirit*, vol. 17, no. 2, pp. 120–134, 2015, Accessed: May 31, 2021. [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1608-89212015000200013.
- [10] A. Rodríguez Jiménez and A. O. Pérez Jacinto, “Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento,” *Rev. EAN*, no. 82, pp. 175–195, Jul. 2017, doi: 10.21158/01208160.n82.2017.1647.
- [11] A. Palacio Lopera, “Legislación ambiental en Colombia: ayer, hoy y desafíos,” *Summa Iuris*, vol. 7, no. 1, pp. 97–113, Jun. 2019, doi: 10.21501/23394536.3277.
- [12] M. Velázquez Gutiérrez, “Speech hegemonic environmental agencies through cooperation and its influence on international relations Discours hégémonique environnement agences grâce à la coopération et son influence sur les relations internationales Discurso hegemônica órgãos ambientais através da cooperação e sua influência sobre as relações internacionais,” *Educación*, vol. 12, no. 13, pp. 191–202, 2014.
- [13] Organización de las Naciones Unidas (ONU), “De Estocolmo a Kyoto: Breve historia

- del cambio climático | Naciones Unidas,” 2020. <https://www.un.org/es/chronicle/article/de-estocolmo-kyotobreve-historia-del-cambio-climatico> (accessed May 31, 2021).
- [14] C. de Redacción, “Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo,” *Rev. Fom. Soc.*, pp. 135–140, 1993, doi: 10.32418/rfs.1993.189.2810.
- [15] J. C. Gutierrez Casas, “Diseño de un instrumento para el seguimiento y evaluación de la gestión ambiental de las Corporaciones Autónomas Regionales - CARs, en Colombia,” *Univ. Nac. Colomb.*, p. 200, Sep. 2016, Accessed: Jun. 01, 2021. [Online]. Available: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58739>.
- [16] Parlamento Europeo, “La política de medio ambiente: principios generales y marco básico”, *Fichas técnicas sobre la unión Eur.*, no. 1999, pp. 1–5, 2016, Accessed: May 31, 2021. [Online]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/71/la-politica-de-medio-ambiente-principios-generales-y-marco-basico>.
- [17] Commission of the European Communities, “Tratado de Maastricht,” *D. Of. las Comunidades Eur.*, no. 7 de junio de 2016 (C202), pp. 1–412, 1992, Accessed: May 31, 2021. [Online]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/es/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/maastricht-treaty>.
- [18] Unión Europea, *Tratado de Ámsterdam*. 1997.
- [19] F. A. LUZÁRRAGA and M. G. LLORENTE, “EL TRATADO DE LISBOA,” in *La Europa que viene: el Tratado de Lisboa*, 2020, pp. 61–98.
- [20] P. Zarta Ávila, “La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad”, *Tabula Rasa*, no. 28, pp. 409–423, Jan. 2018, doi: 10.25058/20112742.n28.18.
- [21] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente., “Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente,” *Historia Santiago.*, pp. 1–5, 2016, Accessed: Jun. 01, 2021. [Online]. Available: <https://www.un.org/es/ga/62/plenary/unep/bkg.shtml>.
- [22] “División de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.” <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/index.htm> (accessed Jun. 01, 2021).
- [23] A. Palacio Lopera, “Legislación Ambiental Environmental Legislation in,” *Summa Iuris*, vol. 7, no. 1, pp. 97–113, 2019.
- [24] Organización de las Naciones Unidas (ONU), “De Estocolmo a Kyoto: Breve historia del cambio climático | Naciones Unidas,” 2020. <https://www.un.org/es/chronicle/article/de-estocolmo-kyotobreve-historia-del-cambio-climatico> (accessed Jun. 01, 2021).
- [25] M. de A. y D. S. MADRS, “Decreto 2811 de 1974 - Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente,” *D. Of.*, vol. 1, no. 1, p. 122, 2014, [Online]. Available: https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf.
- [26] Colombia. Congreso de la República, *LEY 9 DE 1979*. 1979, pp. 1–90.
- [27] Congreso de la República de Colombia, “Ley 99 De 1993,” *D. Of.*, no. 41146, p. 44, 1993.
- [28] M. de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Decreto 1076 de 2015, Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible,” *Decreto 1076 2015*, pp. 1–650, 2015, [Online]. Available: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>.
- [29] Astrea Medellín, *Resolución 2231 de 2018 AMVA*. 2018.
- [30] V. y D. S. Ministerio de Medio Ambiente, “Decreto 2372 de 2010,” *D. Of. No. 47.757*, p. 23, 2010, [Online]. Available: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2372_2010.pdf.
- [31] Área Metropolitana Valle de Aburrá, “Resolución metropolitana 2231 de 2018 - ZUAP,” no. 40, p. 10, 2018.
- [32] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, “El daño ambiental aumenta en todo el planeta, pero aún hay tiempo para revertir el peor impacto si los gobiernos actúan ahora: PNUMA,” *United Nations Environ. Program.*, pp. 1–11, 1970, Accessed: Jun. 01, 2021. [Online]. Available: <https://www.unep.org/node/19033>.
- [33] Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe,” *Reun. del Cons. Reg. Planif. del Inst. Latinoam. y del Caribe Planif. Económica y Soc.*, p. 59, 2019, [Online]. Available: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44731/1/S1900439_es.pdf.
- [34] Unifikas, “Unifikas | Software de Gestión - Calidad, Medioambiente, Prevención,” 2020. <https://www.unifikas.com/es> (accessed May 31, 2021).
- [35] “Home - Sigea Software.” <https://www.sigeasoftware.com/es/> (accessed May 31, 2021).
- [36] “SoftExpert Software - Conformidad, innovación y transformación digital.” <https://www.softexpert.com/es/> (accessed May 31, 2021).
- [37] “ISO Software.” <https://www.isotools.org/> (accessed May 31, 2021).
- [38] “La solución de software central para su gestión de EHS | Quentic.” <https://www.quentic.es/> (accessed May 31, 2021).
- [39] “eco2biz - Software de Gestión Ambiental.” <https://eco2biz.com/> (accessed May 31, 2021).
- [40] “Software para sistemas de gestión de calidad | KAWAK.” <https://www.kawak.net/> (accessed May 31, 2021).
- [41] “Software de Gestión Ambiental | Cumplimiento ambiental - Gensuite.” <https://www.gensuite.com/products-and-services/environmental-management-software-es/> (accessed May 31, 2021).
- [42] “Enaxis - Software de Gestión de Calidad.” <https://www.enaxis.com/es/> (accessed May 31, 2021).
- [43] “Brochure M-Risk.” <https://www.m-risk.com/lp-brochure-m-risk> (accessed May 31, 2021).
- [44] “Stakeholder Engagement Software, and More | Borealis.” <https://www.boreal-is.com/> (accessed May 31, 2021).
- [45] “Wibeee - Ahorra en tu factura controlando el consumo energético.” <https://wibeee.com/> (accessed May 31, 2021).
- [46] “Ecochain - Environmental Intelligence Platform.” <https://ecochain.com/> (accessed May 31, 2021).
- [47] “Metrio - Sustainability & ESG Software.” <https://www.metrio.net/> (accessed May 31, 2021).
- [48] “Enablon® - Sustainability, EHS & Operational Risk Management Software.” <https://enablon.com/> (accessed May 31, 2021).

[49] "ENFOS." <https://www.enfos.com/es/> (accessed May 31, 2021).

[50] "ECO-OS Sustainability Applications platform." <https://www.ecoos.co/> (accessed May 31, 2021).

[51] "eagle.io - The Environmental IoT Platform." <https://eagle.io/> (accessed May 31, 2021).

[52] "Calidad del Aire | AirVisual - Aplicaciones en Google Play." <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.airvisual> (accessed May 31, 2021).

[53] "Plume Labs: Contaminación del Aire - Aplicaciones en Google Play." <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.plumelabs.air&hl=es> (accessed May 31, 2021).

