

**EL USO DEL INTERNET DE LAS COSAS (IoT) Y EL
BIG DATA EN EL CONTROL DE LA
DEFORESTACIÓN Y LA EXTINCIÓN DE ESPECIES
EN LA SELVA DEL AMAZONAS.**



Diplomado en Dirección Estratégica y Transformación Digital SAP S/4 HANA

María Paula Moran Villa

Código: 2204782

Presentado a:

Francisco Fernando Ortega Hurtado

Eduardo Ruiz Cárdenas

Universidad Militar “Nueva Granada”

Facultad de Ciencias Económicas

Bogotá D.C 12 de junio, 2021

INTRODUCCIÓN



El presente ensayo estudia cómo el Internet de las Cosas (IoT) y el Big Data a través de la transformación digital puede contribuir con la disminución del impacto ambiental generado por acciones del ser humano en la selva amazónica, dada la explotación de los recursos naturales, y del comportamiento en torno a la conservación del espacio donde se encuentran los ecosistemas del

planeta, exigiendo un cambio de mentalidad. Es fundamental que las empresas públicas y privadas, al igual que las instituciones gubernamentales de todos los países, apoyen mediante el control y monitoreo de todas zonas afectadas actualmente, mediante soluciones tecnológicas o campañas de concientización, que permitan obtener resultados concretos y exactos con imágenes y zonificación, el diagnóstico de la situación en este momento y cuáles podrían ser los proyectos o planes de acción en mira a mitigar su impacto.

De acuerdo con CEPAL (2016) la selva amazónica “ocupa una superficie de 7,4 millones de km² y representa el 4,9% del área continental mundial, cubriendo extensiones de Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela”. La selva amazónica es muy importante para los seres humanos, debido a que suministra la humedad que necesita el planeta, generan cambios sobre las lluvias, crean un balance en el clima global y es fuente de biodiversidad. (Jordao, 2019).

A través de los años, el Amazonas ha sido foco a nivel internacional para el desarrollo de proyectos de acción humanitaria y medioambiental. El impacto que puede generar el incentivar la investigación científica y tecnológica es muy grande, requiere de una inversión muy alta dadas las problemáticas sociales y de ecosistema que presenta, pero principalmente, necesita que se realice el diseño de diferentes sistemas de control. Lo anterior ha permitido el diseño de herramientas tecnológicas que han sido instaladas en algunas zonas de esta selva tropical, pero lastimosamente, por el tamaño de la extensión requerida, el cubrimiento de estos equipos no es suficiente para frenar todos los problemas.

MARCO TEÓRICO

PROBLEMÁTICAS PRESENTES EN EL AMAZONAS

Para proceder a realizar el análisis del impacto del uso tecnológico en el control de la deforestación y extinción de especies en el Amazonas, es fundamental realizar un diagnóstico de los problemas actuales que se presentan en esta zona. En este lugar no solamente se encuentra gran variedad de vegetación, ríos y animales, sino también pequeñas comunidades indígenas con una cultura amazónica muy arraigada, que en los últimos años ha generado importantes movilizaciones por su vulnerabilidad, frente a entes nacionales e internacionales.

De acuerdo con el estudio realizado por CEPAL (2016) “la actividad productiva predominante ha sido la ganadería extensiva, y desde 2008 la explotación de minas y canteras lidera la producción subregional”. Con lo anterior se ha generado la exposición de estas tierras al desarrollo de fenómenos naturales que debilitan las características de la composición de la tierra, el desplazamiento del uso de la tierra a zonas de pastoreo que no podrán volver a ser recuperadas.

Por otro lado, en el Amazonas están presentes empresas que trabajan con la electricidad y dedicadas a la venta de productos en madera haciendo negocio de la destrucción de la selva, desarrollan proyectos hidroeléctricos con los ríos de la región, construyen autopistas, carreteras de acceso y por último, realizan la extracción excesiva de recursos naturales.

De acuerdo con EIA (2018) “el vacío de poder en la Amazonía está permitiendo a que las organizaciones criminales talen el bosque para darle paso a la minería de oro, los cultivos de coca y otras actividades económicas ilegales basadas en la explotación de los recursos naturales”. En Colombia, aproximadamente el 10% de esta deforestación es por la ilegalidad en los procesos de tala de bosques, a lo anterior, se suma la corrupción por parte de los entes reguladores que genera brechas en el control interno de las empresas que manejan productos de estas industrias, lo cual intensifica la explotación de los recursos naturales.

LA EXPLOTACIÓN ECONÓMICA DEL AMAZONAS

Los problemas detallados anteriormente permiten analizar que lastimosamente un aspecto que permite el crecimiento de estas economías e industrias en la región es el aumento del consumo de productos. Cada día son más las necesidades creadas en el mercado frente al uso obligatorio de productos y/o servicios derivados de insumos y materias primas naturales. La falta de conciencia en los hábitos de compra y frecuencia de consumo, desencadenan el

desequilibrio natural del entorno en que se desarrollan las actividades productivas y comerciales.

Los árboles son una fuente principal para la creación de muchos productos que se intercambian en todos los mercados a nivel mundial. El uso desmedido de la madera, y productos como el papel, silviquímicos, látex, medicamentos industriales, perfumes, esencias, resinas, fibras y artesanías; alimentos como frutos y semillas. Por último, el alto consumo de carne roja y artículos de joyería derivados de la explotación minera, son otros factores que impulsan el crecimiento de la explotación de la selva amazónica.

DE LA DEFORESTACIÓN

De acuerdo con un artículo presentado por Crespo (2020) en National Geographic “los últimos cincuenta años han supuesto un coste de deforestación nunca visto en la historia de la humanidad, arrasando un 15% de la superficie mundial de vegetación equivalente al territorio de España, Portugal y Francia”.

La deforestación es el conjunto de acciones humanas que destruyen o agotan de la superficie forestal por medio de actividades como la tala o la quema de árboles, con el fin de obtener insumos básicos para las grandes industrias fabricantes, por ejemplo, de productos de madera y papel (MAGBMA & FAO, 2018).

Entre las principales consecuencias de la deforestación se encuentra el aumento de la emisión de CO₂, el fortalecimiento del cambio climático, calentamiento global, intensificación insostenible del uso de la tierra, la precipitación del clima, el aumento en incendios y sequías.

De Oliveira (2019) expone que “en la Amazonía se registraron más de 90.000 incendios desde enero y aumentó más de 60 por ciento en comparación con 2018”. Lo preocupante y la principal razón por la que se debe estudiar la mejor forma de realizar el control de la deforestación mediante los avances tecnológicos es que la problemática se está expandiendo a las zonas protegidas y los hábitats de especies amenazadas y endémicas. Es decir, la mayor parte de pérdida forestal está sucediendo fuera de las zonas delimitadas por los gobiernos para usos económicos y agrícolas.

DE LA ESTINCIÓN DE ESPECIES, EL CÁNCER PARA LA BIODIVERSIDAD

El Amazonas es un lugar donde viven millones de especies de animales y plantas, por ende, se encuentra una importante parte de la biodiversidad del mundo. Es así como se puede analizar la fuerte pérdida y disminución de tipos de especies únicos. A largo del tiempo, el problema además de la desaparición directa de flora y fauna, el efecto generado por los cambios

en el entorno donde viven y la cantidad de animales que interactúan, reducirá la tasa de reproducción de estos animales y dificultará la lucha por los alimentos (Romero, 2019).

De acuerdo con lo expuesto por Bourscheit (2019) “Millones de animales extraídos de la naturaleza amazónica se venden como mascotas, alimentos exóticos, medicina tradicional o como fuente de insumos para las industrias química y cosmética”.

Jaguar en el Zoológico



De lo anterior, se debe tener en cuenta el tráfico de animales, que desencadena la vulneración de la vida de estas especies, compra o venta ilegal, el desplazamiento de su hábitat y la muerte injustificada de muchos de ellos.

La mayoría de las especies son comercializadas en los mercados internos de cada país. Las aves, son un claro ejemplo del tipo de animal que más se vende a las personas cotidianamente para la domesticación.

Fuente: Infoamazonía.

INMERSIÓN TECNOLÓGICA

La sostenibilidad de la selva amazónica debe ser el principal objetivo de trabajo para realizar el monitoreo y control de las áreas más afectadas para una pronta intervención. Los deficientes procesos de inspección facilitan que en el mercado se realicen transacciones de actividades ilegales que perjudican aún más el impacto ambiental de la región.

La implementación de avances tecnológicos en el estudio de posibles soluciones de problemas que apoyen el mejoramiento de actividades frecuentes permite desarrollar sistemas y equipos innovadores que facilitan la adquisición del conocimiento y el tratamiento de la información.

La actual conexión que se puede establecer entre los equipos utilizados y el manejo de la nube en internet brinda la posibilidad en primer lugar, de tener acceso total a las bases de datos recopiladas; y evaluar en tiempo real el impacto de la proyección realizada por los datos obtenidos. Debe ser un objetivo mejorar la eficiencia en los procesos para que las empresas optimicen sus recursos y reduzcan el tiempo empleado en cada actividad, es así como se debe

intensificar el uso de la transformación digital para el análisis profundo de un tema en específico y un periodo determinado.

El Internet de las cosas (IoT) se define según Barrio (2018) como “una tecnología basada en la conexión de objetos a Internet que intercambian agrega y procesan información sobre su entorno físico para proporcionar servicios de valor añadido a los usuarios finales”. Es así como somos capaces actualmente de medir la temperatura, el consumo de agua, la velocidad, entre otros, a través de sensores. La conexión simultánea que se presenta entre los dispositivos permite enviar los datos a los sensores para que luego de ser organizada y procesada en plataformas diseñadas específicamente para esto, los datos sean transformados en información útil y práctica.

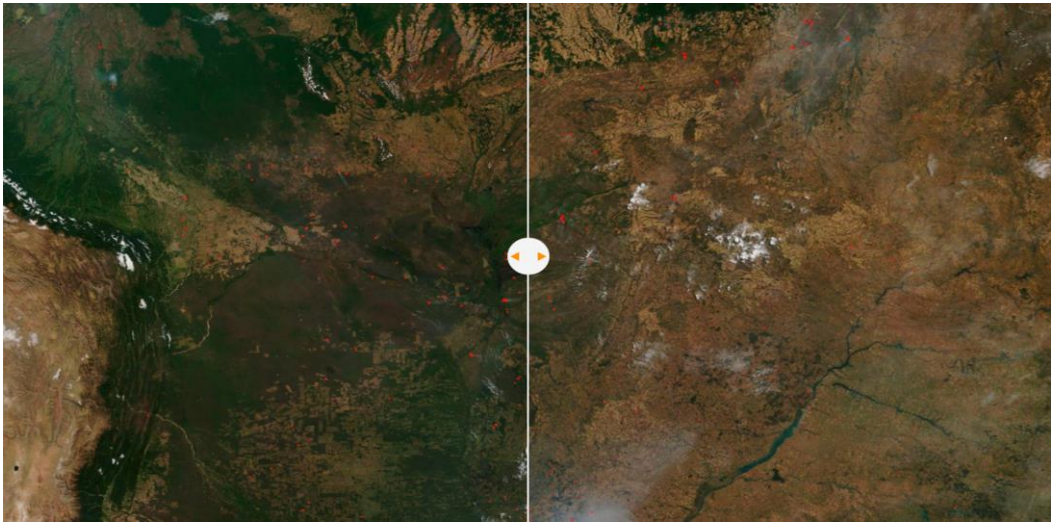
En el Amazonas no son suficientes los sistemas de monitoreo que han sido implementados en los últimos años, esto se debe a la falta cobertura, a la información limitada y a la falta de precisión de los datos que son arrojados.

Actualmente el uso de drones que están equipados con diferentes tecnologías de última generación como cámaras infrarrojas, GPS y láser, se han modificado según las necesidades de estudio que tienen las investigaciones científicas. Los drones son controlados por sistemas de control remoto proporcionando así, la capacidad de movimiento desde arriba a distancias que por medios tradicionales no se podrían alcanzar.

De lo anterior, se crearon unos enfocados en contra de los incendios, estos permiten detectar de forma rápida y anticipada, enviando una notificación a emergencias para que atienda el problema de forma inmediata de acuerdo con la información en tiempo real que brinda el dron. Una de las principales ventajas es la reducción de tiempo empleado para dar respuesta. El sistema que es implementado en este tipo de drones se basa en utilizar sensores térmicos en las torres de comunicación de los servicios teléfonos móviles, lo cual permite que exista mayor cobertura.

De acuerdo con un artículo presentado en la Revista Semana (2019) “para monitorear la deforestación la empresa Servinformación utilizó los satélites Landsat-8 de la Nasa, Sentinel-2 de la Agencia Espacial Europea y otros satélites de la constelación Landsat, los cuales le permitieron recolectar diferentes imágenes de la Amazonia y conocer el estado de las diferentes zonas”. Con lo anterior, podemos identificar otra herramienta tecnológica que ha sido utilizada por muchas décadas para la innovación espacial, pero ahora, con un enfoque diferente de análisis.

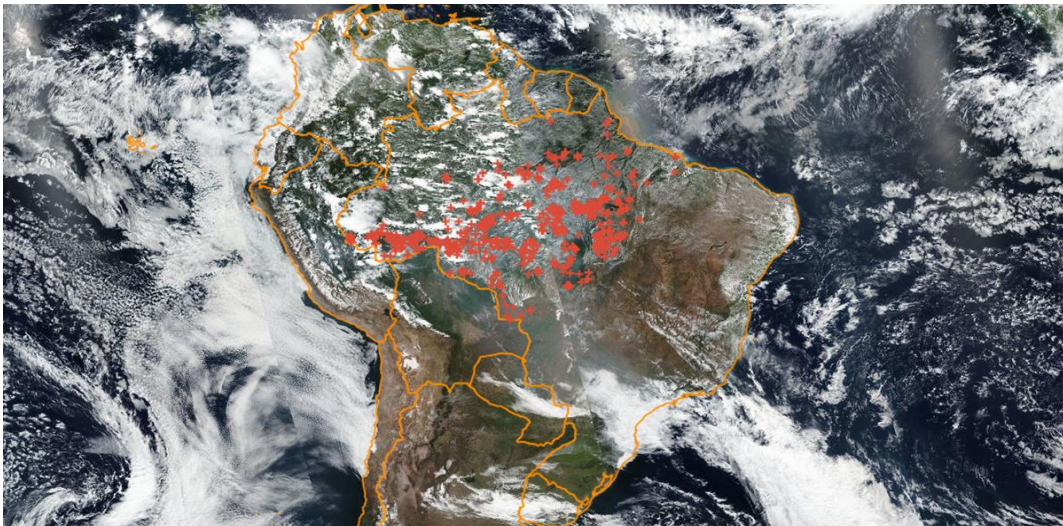
Antes y después del Amazonas



Fuente: Banco "Earthdata" NASA

Los investigadores han desarrollado sus observaciones por medio de herramientas que permiten capturar imágenes más detalladamente. Adicionalmente las imágenes que brindan los satélites permiten crear mapas de la distribución real de las zonas de la selva tropical y de la biodiversidad. Parte de esta información se encuentra con acceso público en internet a través de plataformas específicas para conocimiento de ciudadanos e instituciones educativas.

Incendios forestales en el Amazonas Satélite NPP.



Fuente: Instituto Nacional de Investigación Espacial (INPE) de Brasil.

Por otro lado, se han desarrollado proyectos de investigación por parte de universidades y empresas de diferente país para el diseño de herramientas innovadoras que apoyen a la reducción del impacto ambiental.

Se han instalado muchos sensores alrededor de todo el bosque que, de forma automática, facilitarán el monitoreo constante de los organismos de la selva tropical. Lo anterior, bajo el ideal de evaluar la afectación que está presentando la biodiversidad en las zonas lejanas sin acceso y posibilidad de aplicar tecnología tradicional dado los resultados del análisis histórico.

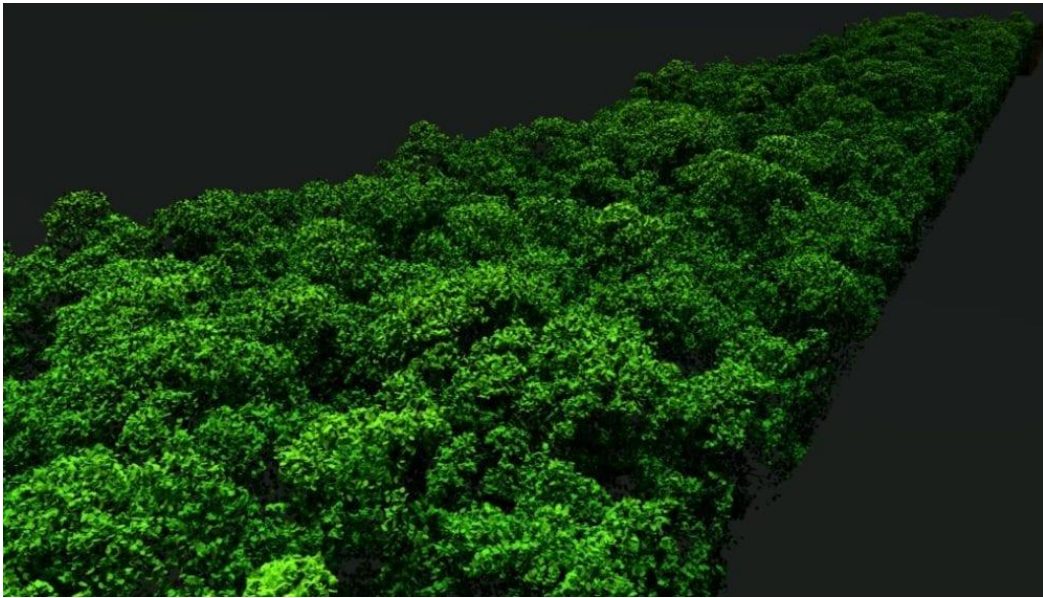
De acuerdo con Praeli (2018) en este proyecto se analizarán “datos con sensores acústicos, imágenes visuales, datos ambientales (viento, temperatura, humedad, presión de aire) de animales que son de gran interés ecológico en las etapas iniciales del proyecto, incluyendo jaguares, monos, murciélagos, delfines de río, aves, reptiles y peces”. Se resalta que entre los animales objeto de estudio, se seleccionaron diferentes tipos en donde se integran especies terrestres, acuáticas y aéreas.

El proyecto tiene tres retos que superar dado la ubicación geográfica de implementación y el acceso digital. En primer lugar, hay muchos sonidos que se confunden dentro de la selva, por lo que los investigadores tienen que estar en la capacidad de identificar las características de los sonidos producidos por los animales de estudio para que sea más fácil buscar ese sonido en la zona específica. En segundo lugar, se debe relacionar las imágenes con sonidos característicos y, por último, hacer una conexión directa en tiempo real. Es fundamental que se analice la estructura de la plataforma pública en la que se incluirá la base de datos del proceso realizado.

Mejorar la transparencia y trazabilidad digital del sector forestal, en lo cual, Rodrigues (2020) en su artículo menciona que “La NASA, en asociación con el INPE de Brasil, trabaja en el mapeo de la mortalidad de los árboles en toda la región amazónica, usando tecnología LiDAR”. La efectividad de esta herramienta es generar información digital sobre la parte superior de los árboles que se encuentran en la selva amazónica, así se evalúa la situación actual de la biomasa. Es fundamental estudiar esta parte de los árboles, debido a que es la que se encuentra más expuesta a las precipitaciones del clima.

Este sistema tecnológico se puede ejecutar desde satélites y aviones, así se tiene mayor cobertura sobre la extensión de tierra que comprende el Amazonas, que permitirá realizar la comparación con las zonas menos afectadas y evaluar el nivel de carbono presente en esta zona. La estructura del funcionamiento del sistema se basa en la división por colores según la temperatura registrada por los sensores.

Tecnología LiDAR



Fuente: NASA / Veronika Leitold

A través de la implementación de estas tecnologías se han realizado grandes hallazgos en el Amazonas. El descubrimiento de nuevas especies de flora y fauna mientras se mide características como la biomasa. Hace un par de años, una pequeña avioneta realizó 800 viajes para mapear la selva desde el cielo, utilizando un medidor láser, en donde encontró una Dinizia excelsa es un árbol de más de 82 metros rodeado por decenas de árboles de más de 70 metros (Jiménez, 2019).

BIG DATA COMO RECURSO INNOVADOR PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL

En la mayoría de los casos, cuando se realizan investigaciones científicas, la búsqueda de información es un proceso difícil y lento, dado que los datos son escasos, complejos de obtener y costosos. Debe existir calidad en la recolección de los datos para una mejor interpretación y un análisis más completo. Mediante el uso del Big Data en las diferentes áreas de conocimiento se pueden adquirir algunas ventajas gracias al crecimiento de su implementación en el mercado. Por ejemplo, se crean estrategias y programas especializados, se incluyen nuevos servicios más innovadores, se incrementa la capacidad de gestionar un volumen de datos mayor y se reduce el tiempo empleado en la transformación de esos datos y el procesamiento realizado por las empresas e instituciones de la información resultante para la toma diaria de decisiones.

Para el estudio del impacto medio ambiental, el uso de esta herramienta ha permitido actualizar alrededor de la globalización de los datos, todos los equipos y procedimientos utilizados tradicionalmente para evaluar y hacer seguimiento de la afectación de algunas actividades económicas en zonas protegidas o la situación actual de los recursos naturales.

El Big Data es desarrollado mediante el uso de diferentes herramientas tecnológicas que buscan enriquecer la comprensión de un tema de investigación que puede estar inmerso en varios fenómenos globales, que se ven influenciados por contextos sociales, económicos, políticos y culturales, que en muchas ocasiones definen el proceso de recolección y tratamiento de la información. (Lemus-Delgado, D., & Pérez Navarro, R. 2020).

Según Naseiro (2020) en su artículo sobre la explotación del Big Data en tiempos de crisis, expone que uno de los principales retos “es la confianza en que los datos compartidos de forma masiva sean comparables, y tengan los mismos criterios en su compilación”. Con lo anterior, entendemos que, al ser una zona con terreno compartido entre muchos países, en donde viven diferentes comunidades e intervienen mecanismos internacionales; el manejo de la información debe permitir que cualquier persona tenga el mismo conocimiento y facilidad de interpretación.

Ahora, persiste una relación importante que se debe analizar para lograr comprender a mayor detalle el impacto del Big Data en el control de problemáticas como la deforestación y extinción de especies en Amazonas; esta es la conexión e importancia que tiene con la Inteligencia Artificial. De acuerdo con Bonami, Piazzentini & Dala-Possa (2020) “para una máquina que exhibe inteligencia, que es igual a la inteligencia humana, se puede denominar que tiene IA”. Es así como se resalta el manejo que debe darse a las tecnologías emergentes y a sus modernas funciones, debido a que estas cada día permiten que se desarrollen actividades de manera autónoma, anteriormente programadas, para facilitar los procesos de las personas y empresas.

La inteligencia artificial permite que las máquinas y equipos a través del diseño de algoritmos perfectamente estructurados, de software y sistemas; facilita el manejo del volumen de datos. Conforme se registra un crecimiento exponencial del avance generado por este tipo de inteligencia, se requiere menos intervención humana en los procesos y control del funcionamiento de las máquinas. La mayor ventaja del uso del big data en el desarrollo de la inteligencia artificial es que se crea una relación continua en la que se alimenta ambas partes de información en tiempo real generando un aprendizaje y retroalimentación con mayor eficiencia.

Por otro lado, se pueden resaltar adicionalmente las siguientes ventajas:

- Detectar automáticamente desviaciones en el proceso y situaciones inusuales.
- Desarrolla proyecciones a futuro y modelos predictivos.
- Reconocimiento de patrones presenten en los datos almacenados.
- Permite analizar la información de forma organizada por medio de estadísticas.
- Manejo de un mismo lenguaje al tratar la información.
- Toma de decisiones en tiempo real.

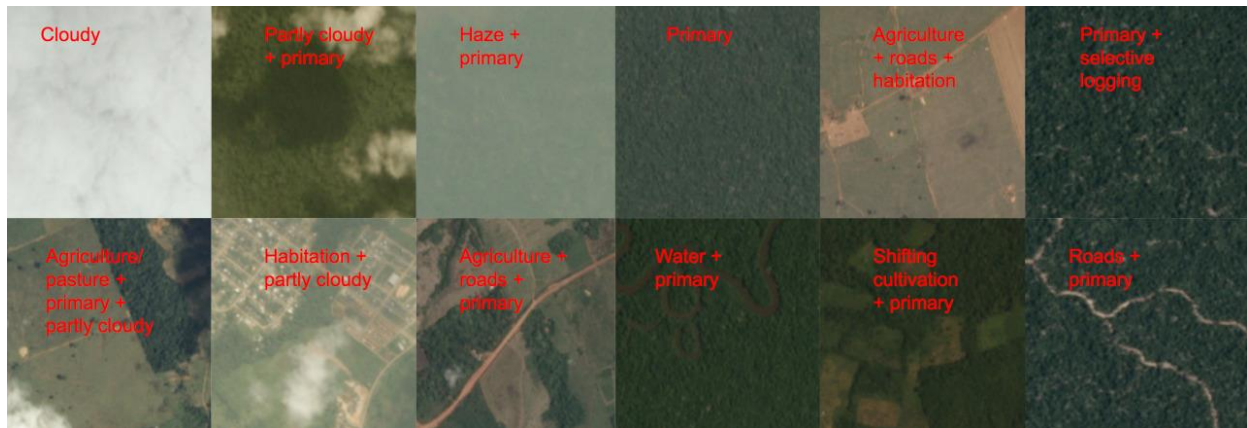
En el control de la deforestación en el Amazonas, el uso del Big Data permitirá recolectar datos y almacenarlos en grandes bases como la temperatura, el nivel de CO₂, el área total afectada por incendios, tala de bosques o terrenos utilizados para agricultura o ganadería; lo anterior permitirá conocer cuál es el diagnóstico actual de la selva y las consecuencias que se presentarán en escenarios futuros si se continúan desarrollando las mismas actividades.

Para que se genere el máximo aprovechamiento del uso de estas tecnologías se debe velar porque ningún dato se pierda, por aumentar la capacidad de almacenamiento de la información, realizar la migración a la nube, implementar la mayor seguridad cibernética y promover el estudio de los resultados por expertos.

Actualmente se han realizado investigaciones para la implementación de sistemas tecnológicos innovadores que pueden apoyar los esfuerzos para la recuperación de la selva amazónica. Un claro ejemplo, es el desarrollo de un modelo de estudio de imágenes satelitales de esta zona que permite ejecutar un algoritmo especializado en la división de 17 categorías de los terrenos según las condiciones atmosféricas y las clases de superficies. Cada imagen suministra diferente tipo de información, en las cuales se pueden evaluar aspectos como las bandas infrarrojas y ultravioletas de cámaras especiales donde cada píxel representa aproximadamente 3.15 metros cuadrados de tierra. (Puentes, 2018)

La parte más importante del proceso ejecutado por este modelo es el análisis con base a una red neuronal y a la categoría seleccionada para el terreno, del comportamiento de estos sistemas vivos; generando información real y diferenciada para que todos tengan acceso a ella, y sepan cuales son las condiciones de los terrenos y los programas que se deben implementar de acuerdo con las características de cada uno.

Imágenes satelitales del tipo GeoTiff



Fuente: 7' puentes

Es así como se puede entender que el uso de los avances en las tecnologías de la información y comunicación, además del desarrollo de productos y servicios innovadores, diferentes empresas, instituciones, universidades y comunidades han logrado enviar un mensaje de alerta sobre la lamentable situación que está sufriendo los bosques y ríos del Amazonas. No se trata solamente de crear programas de concientización ni leyes que disminuyan el efecto negativo de las empresas presentes en esta zona, sino de divulgar toda la información posible con acceso público, para que todos tengan conocimiento de la real importancia que tiene esta región para el planeta, del consumo desproporcionado de los recursos naturales utilizado por las grandes industrias y de las consecuencias que podría generar a futuras generaciones el alto nivel de contaminación, calentamiento global, gases del efecto invernadero y la falta de sostenibilidad de todos los procesos productivos.

CONCLUSIÓN

El Amazonas representa un pilar fundamental para el balance medioambiental no solamente de los países latinoamericanos con los que se comparte terreno sino también para todo el planeta. Allí se encuentra gran parte de la biodiversidad de flora y fauna del mundo, además de diferentes comunidades indígenas. Gracias a su gran extensión de tierra, la selva amazónica se ha convertido en el epicentro del desarrollo de diferentes actividades económicas como la explotación minera, la agricultura y la ganadería; pero en realidad, la explotación de recursos naturales como la madera para la fabricación de millones de productos circulantes en

los mercados internacionales, representan una de las problemáticas más importantes al momento de evaluar las causas de la deforestación y la extinción de especies en esta región.

A través de los años, la implementación de la tecnología en el desarrollo de actividades productivas ha aumentado, pero así mismo, el objetivo de incentivar la investigación en ámbitos académicos, gubernamentales y corporativos ha permitido diseñar nuevos modelos y equipos innovadores en donde se facilite el acceso a los datos requeridos para el análisis de una situación en particular.

Actualmente se están implementando diferentes herramientas tecnológicas para el diagnóstico de la situación real de esta zona. El uso de drones, imágenes satelitales, sensores de calor e indicadores de medición de variables como la temperatura y la biomasa localizados en las zonas afectadas; han permitido evaluar gran cantidad de datos arrojados diariamente para la creación de mapas de la superficie vulnerable y la realización del contraste de la situación que se presentaba hace algunos años.

La tecnología mencionada anteriormente debe diseñarse para que el monitoreo y control del objeto de estudio genere cierta cantidad de datos que deben ser almacenados y procesados de forma correcta para que constantemente se cuente con la información requerida para hacer el estudio del historial, es decir, los cambios que se presentan, y el desarrollo de las proyecciones a futuro. El control de la deforestación y la extinción de especies en el Amazonas es complejo dado que intervienen diferentes variables del entorno. Se debe tener en cuenta que poner en marcha estas investigaciones y ejecutar estos procesos, requiere tiempo, una gran inversión y personal especializado. Por otro lado, dado que es una gran extensión de tierra, existen zonas que aún no son controladas por falta de acceso o nivel de cobertura de los equipos utilizados.

REFERENCIAS

- Barrio, M (2018) Internet de las Cosas. REUS Editorial. https://www.editorialreus.es/static/pdf/primeraspaginas_9788429020380_internetdelascosas.pdf
- Bonami, B., Piazzentini, L., & Dala-Possa, A. (2020). Educación, Big Data e Inteligencia Artificial: Metodologías mixtas en plataformas digitales. *Comunicar*, 28(65), 43–52. <https://doi-org.ezproxy.umng.edu.co/10.3916/C65-2020-04>
- Bourscheit, A (2019) Animales salvajes del Amazonas alimentan tráfico internacional, denuncia nuevo informe. <https://n9.cl/2gii>
- CEPAL (2016). La región Amazónica. Amazonía posible y sostenible. https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/folleto_amazonia_posible_y_sostenible.pdf
- Crespo, C. (2020) La deforestación del Amazonas alcanza niveles históricos debido al consumo de carne. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2020/06/deforestacion-amazonas-alcanza-niveles-historicos-debido-consumo-carne>
- De Oliveira (2019) Incendios forestales en la Amazonía pueden afectar el clima mundial. <https://www.scidev.net/america-latina/news/incendios-forestales-en-la-amazonia-pueden-afectar-el-clima-mundial/>
- EIA (2018) Condenando el Bosque. Environmental Investigation Agency. https://content.eia-global.org/posts/documents/000/000/894/original/Condenando_el_Bosque.pdf?1561565558
- Jiménez, J (2019) La tecnología nos está ayudando a desvelar los grandes secretos del Amazonas. <https://www.xataka.com.co/ecologia-y-naturaleza/arbol-que-mide-como-edificio-27-pisos-tecnologia-nos-esta-ayudando-a-desvelar-grandes-secretos-amazonas>
- Jordao, P. (2019) *¿Por qué la Amazonía es tan importante para el mundo?* DW América Latina. <https://n9.cl/wc6og>
- Lemus-Delgado, D., & Pérez Navarro, R. (2020). Ciencia de datos y estudios globales: aportaciones y desafíos metodológicos. *Colombia Internacional*, 102, 41–62. <https://doi-org.ezproxy.umng.edu.co/10.7440/colombiaint102.2020.03>
- MAGBMA & FAO, (2018) Estudio de las causas de la deforestación y degradación forestal en Guinea Ecuatorial 2004-2014. <http://www.fao.org/3/CA0399ES/ca0399es.pdf>

- Naseiro Ramudo, A. (2020). *La explotación de los Big Data en tiempos de crisis: Español. Clip de Sedic: Revista de La Sociedad Española de Documentación e Información Científica*, 81, 20–32. <https://doi-org.ezproxy.umng.edu.co/10.47251/clip.n81.8>
- Praeli, Y. (2018) *Proyecto Providence: monitoreo en tiempo real que integra imágenes y sonidos de la Amazonía*. Mongabay. <https://es.mongabay.com/2018/05/proyecto-providence-monitoreo-amazonia/>
- Puentes. (2018, 5 febrero). *Procesamiento de imágenes satelitales: desafío de la selva del Amazonas*. 7Puentes 's Blog. <http://www.7puentes.com/blog/2017/06/23/procesamiento-de-imagenes-satelitales-el-desafio-de-la-selva-del-amazonas/>
- Rodrigues, M (2020) *Tecnología LiDAR ayuda a conocer mejor los bosques amazónicos*. <https://www.scidev.net/america-latina/news/tecnologia-lidar-ayuda-a-conocer-mejor-los-bosques-amazonicos/>
- Romero, T. (2019) *La deforestación del Amazonas. El Orden Mundial*. <https://elordenmundial.com/la-deforestacion-amazonica/>