



El Entorno De Sostenibilidad En Los Edificios Inteligentes. Pasos Para Una “Domótica Saludable Preventiva”

The sustainability environment in intelligent buildings. Steps to a: "Preventive healthy home automation"

Francisco Raúl Arencibia-Pardo¹, Belisario Peña-Rodríguez², Surgei Bolivia Caicedo-Villamizar³

¹PhD Candidato en Proyectos, francisco.arencibia@unipamplona.edu.co, ORCID: 0000-0001-6012-2577, Universidad de Pamplona, Villa del Rosario, Colombia.

²MSc. Administración, belisario.pena@unipamplona.edu.co, ORCID: 0000-0001-9859-7658, Universidad de Pamplona, Villa del Rosario, Colombia.

³PhD en Educación, subocavi@unipamplona.edu.co, ORCID: 0000-0002-5591-0269, Universidad de Pamplona, Villa del Rosario, Colombia.

Como citar: F.R. Arencibia-Pardo, B. Peña-Rodríguez, S.B. Caicedo-Villamizar, “El Entorno De Sostenibilidad En Los Edificios Inteligentes. Pasos Para Una “Domótica Saludable Preventiva””. *Respuestas*, vol. 25, no. 2, pp. 190-198, 2020.

Received on February 07, 2020; Approved on April 5, 2020

RESUMEN

Palabras clave:

sostenibilidad,
automatización,
edificios inteligentes

El presente trabajo expondrá la fortaleza de la prevención como parte indisoluble en el automatismo integral para inmuebles. Mediante un análisis básico propondremos un sistema domótico para proyectos sostenibles con énfasis en la inteligencia artificial, el uso de jardines, el control de los gases contaminantes y las pandemias. Estableceremos la necesidad, en la nueva modernidad pos Covid, del cambio de paradigmas.

ABSTRACT

Keywords:

sustainability,
automation,
intelligent buildings

This work will expose the strength of prevention as an indissoluble part of the integral automation for real estate. Through a basic analysis we will propose a domotic system for sustainable projects with emphasis on artificial intelligence, the use of gardens, the control of polluting gases and pandemics. We will establish the need, in the new post-Covid modernity, of the paradigm shift.

Introducción

Sobre modernidad, confort y sostenibilidad energética mucho se ha escrito, aunque el desentono de profesionales y estudiantes no abarcan la academia en su total relación con la práctica y las necesidades. En el entorno de sostenibilidad se recopilamos investigaciones a nivel nacional e internacional, encontrando que son muy pocas las investigaciones sobre el tema de hábitos de estudio y el rendimiento académico [1] junto a especializaciones ingenieriles.

La usanza actual en las inversiones, enraizada en modernidad, lujo y confort, han etiquetado a los edificios inteligentes (comúnmente llamado domótica), como una amalgama de tecnologías de punta destinada a la comodidad y satisfacción del cliente final. Por ese motivo, entre otros, las inversiones casi nunca consideran la “inteligencia” desde un punto de vista real y objetivo: el capital.

El especialista y miembro del IBI, Geissler [2], plantea que para aplicar el concepto de edificio inteligente, debemos tener en cuenta un ambiente de trabajo productivo y eficiente a través de la optimización de su estructura, sistemas, servicios y administración, con las correspondientes interrelaciones entre los mismos.



Figura 1. ENTerritorio adelanta proyectos energéticos, de infraestructura y agua potable. (Fuente: hablemos de minería, 2020).

*Corresponding author.

E-mail Address: francisco.arencibia@unipamplona.edu.co (Francisco Raúl Arencibia-Pardo)

Peer review is the responsibility of the Universidad Francisco de Paula Santander. This is an article under the license CC BY-NC 4.0



Los edificios inteligentes, por tanto, ayudan a los propietarios, operadores y ocupantes, a realizar sus propósitos en términos de costo, confort, comodidad, seguridad, flexibilidad y comercialización, retoma Geissler.

Esta novedosa perspectiva, soslaya la necesidad propia del ahorro en el consumo de la energía a favor del diseño, la inspección de gastos y la protección medioambiental, entre otros aspectos. El comienzo de siglo encabeza un marcado interés por la racionalización de los combustibles fósiles y la lucha medioambiental.

Debido al incremento de las enfermedades respiratorias, la OMS [3], considera a las emisiones causadas por el uso de carbón y el petróleo como fuentes directas contaminantes, de ahí a importancia de su control. El alto índice de inseguridad gestó la creación de algoritmos que contemplen seguridad integral ciudadana. En este nuevo concepto se puede entender la inteligencia como un edificio que cuenta con una integración de servicios que proporcionan seguridad, ahorro energético y económico y, confort [4].

Paralelamente, la rapidez en las comunicaciones y la entrada del wifi y la fibra óptica redefinen los controles a distancia y la integración. El registro, no tan solo del edificio, sino de cada componente, se solidifica y crea un ambiente de inmediatez impensable años atrás. La evolución de las tecnologías inalámbricas y su incorporado servicio en celulares resultan de gran utilidad para el control y la integración de sistemas. [5].



Figura 2. Edificios inteligentes: una alternativa de eficiencia.
(Fuente: Caracol Radio, 2011)

Un análisis objetivo sobre la inteligencia en edificios debe

pasar inexcusablemente por el cumplimiento de objetivos arquitectónicos, tecnológicos, medioambientales y financieros. La existencia de inteligencia debe fomentarse con las necesidades y los recursos disponibles en el futuro inquilino.

Para la arquitecta Torres [6], diseñadora de proyectos sobre edificaciones inteligentes, los costos comienzan a aparecer como paradigma a la inteligencia. Estructurando desde objetivos de diseño, la catalogación de los mismos condicionan el satisfacer las necesidades de los ocupantes, propietarios y operadores del edificio, la flexibilidad de su estructura y en los sistemas y servicios, un correcto, modular y funcional diseño arquitectónico, el confort para el usuario, poder ejecutar modificaciones, aumento en la seguridad y la humanización.



Figura 3. Edificio EPM de Medellín.
(Fuente: El Tiempo, 2018).

Ahondando y describiendo los objetivos tecnológicos y ambientales, el portal de los expertos en prevención de riesgos en Chile [7] resumen lo que denominan edificio sano.

Un proyecto de este tipo requiere la disponibilidad de medios técnicos avanzados de telecomunicaciones para generar servicios integrales, con énfasis en el ahorro de energía y la protección del medio ambiente. Otro aspecto a tener en cuenta es la cyber defensa [8], donde la integración con los diferentes subsistemas forman un conjunto armónico.

Sobre los objetivos de alcance financiero, se puntualiza la necesidad de reducir los altos costos operativos y de mantenimiento e incrementar la vida útil del edificio,

estructurando una sólida relación costo-beneficio para aumentar la reputación del proyecto [9].

¿Diferentes grados de inteligencia?

Características de un edificio inteligente; entre lo global y las carencias.

Múltiples autores y compañías de renombre incluyen en la visión de edificio inteligente la división entre funciones automáticas y tecnológicas. Esto conlleva a diferentes grados de inteligencia donde se escala la relación de costos asociado a la flexibilidad y adaptabilidad ante la rapidez en los continuos cambios tecnológicos.

Consideran categorizar un buen proyecto al inclusivo del ahorro energético y amigable con el medio ambiente. La seguridad y la centralización e integración de sus componentes, deben optimizar su operación y administración.

El mundo del edificio inteligente ha catalogado en tres categorías los grados de inteligencia, subdivididos por la automatización o el factor tecnológico. Las categorías son tres:

La primera escala transita en un automatismo elemental, donde se desentiende la integración y por tanto el sistema es autónomo y limitado. Normalmente los autómatas son conectados mediante redes cableadas a un sistema central no controlable desde el exterior.

El grado segundo consiste en un sistema de automatización integrado, pero sin la total armonía con las comunicaciones. El tercer nivel integra, hasta hoy, lo que se conoce como la absoluta combinación entre know-how y comunicaciones.

Ciertas reglas ciñen el desempeño de un inmueble considerado inteligente, aun clasificándolos con énfasis en el Sistema de Ahorro Energético, denominado SGE o Sistema de la Gestión de la Energía, aplicado en todas las instalaciones, actividades y procesos de la organización, tanto en las que se desarrollan en la planta industrial, como en el área administrativa [10].

Zonificar el aire acondicionado, el intercambio zonal de calor (incluyendo el exterior), el uso de energías alternativas, la tipificación del consumo, el control

automático y centralizado de la iluminación, el control de horarios para el funcionamiento de equipos, el control de ascensores y proyectar puntos de demanda comenzaron a implementar desde los años 80. En los 90'S la tesista Kirschning [11] recalca la integración de la calefacción, la ventilación, la climatización y todas las formas de administración de energía.

La domótica gestiona elementos de control que contribuyen al ahorro de agua, electricidad y combustibles, notándose sus efectos tanto en el aspecto económico como en el ecológico [12]. Tal y como ocurre en otros aspectos de la ingeniería, las categorías se solapan y se han utilizado para evaluar el costo en términos de recursos humanos y recursos económicos [13].

Aquí constatamos la percepción de un dato que ya resalta: el ahorro de energía y su implicación en sectores de la economía.

La concientización por el uso racional de la electricidad y el cambio de los combustibles fósiles y la energía limpia avanza de forma dispar entre el mundo occidental y los países pobres.

A pesar de ser el cambio climático el causante de gran parte de las catástrofes actuales, el tercer mundo se enfrenta a zonas no atendidas por las comercializadoras eléctricas, el robo energético en franjas de bajos ingresos que impide facturar los consumos, la enorme cantidad de centros dedicados a la salud, el arte, la cultura y el bienestar social con bajos niveles de iluminación, falta de una correcta climatización, calidad del aire, seguridad y demás.

Los países pobres tienen asuntos más urgentes que el confort, mientras desempeñan el rol de los nuevos clientes de domótica. América Latina es un ejemplo fehaciente de prácticas domóticas distorsionadas.



Figura 4. El robo de energía eléctrica.
(Fuente: TiempoSur, 2019).

Las soluciones medio ambientales sin protección y la insensibilidad al hablar de edificios inteligentes donde los presupuestos acogen fórmulas estéticas, disuelven el ahorro energético.

CO₂, COVID y Conciencia.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible define la huella de carbono como la cantidad de emisiones de Gases de Efecto Invernadero libradas al ambiente por las actividades humanas [14]. Estas exposiciones, contaminantes y causas directas del calentamiento mundial, son especificadas como la demanda de biocapacidad precisa para retener, mediante fotosíntesis, las emisiones de CO₂ producidas por la ignición de combustibles fósiles, los mismos dedicados a la producción de energía eléctrica [15].

Nuevos son los retos a enfrentar por el hábitat humano, no en el entorno industrial, sino en el personal, familiar y residencial. Somos contaminantes, perdidos ante pandemias y preocupados más por el bienestar personal que por la propia salud.

No obstante, un nuevo atisbo de conciencia desencadenado por el COVID 19 ha colocado abruptamente en la palestra asuntos como la contaminación ambiental, las diferencias sociales y el final de los combustibles fósiles.

No se trata solo de ver hasta cuándo durará la pandemia, sino cuan empobrecidos saldremos de ella y cómo revertiremos un mundo que poco se ocupó de sus habitantes. Miles de millones de gastos en sofisticados armamentos y poco en el progreso verosímil.

La energía fósil, sus efectos contaminantes y la toma de conciencia para retornar la robustez al planeta abrieron las puertas a un reordenamiento energético. Las renovadas preocupaciones por los carburantes trajeron de regreso a la agenda la eficiencia energética.

No es el único factor, pero sí de los primarios a tener en cuenta. El cierre del 2020 alerta sobre aproximadamente 1,7 millones de personas que han fallecido a nivel mundial a consecuencia de la COVID-19” [16], mientras la OMS [17] cifra los fallecidos anuales por contaminación ambiental en 7 millones de seres humanos.

En la difusión se pierden los objetivos sostenibles en cuanto a la energía y la contaminación. Las muertes por envenenamiento en el aire superan en 7 veces las producidas por la pandemia, el ser humano cae por cáncer de pulmón, infecciones de tipo respiratorio y otras asociadas a la polución y no es precisamente el COVID la causa.



Figura 5. Muertos anuales por contaminación atmosférica.
(Fuente: OMS, 2021).

Propuesta de investigación. “Domótica Saludable Preventiva” (Preventive Healthy Home Automation).

Enfrentarse al cambio climático y sus consecuencias para el medio ambiente ha sido uno de los mayores desafíos de la vida moderna. En realidad, la intención de reducir el CO₂ está asociada con la mayoría de las estrategias sustentables actuales [18].

El entorno construido representa la intersección de tres procesos contaminantes a gran escala: energía, transporte y edificios, permeando los costos que se le dedicarán a la inteligencia en los inmuebles futuros.

El enfoque de los edificios inteligentes y previendo el desarrollo de la inteligencia artificial y la preocupación por los gastos energéticos se acrecienta. Muchas conjeturas, muchos conceptos, muchas enmarcaciones.

Los gobiernos comienzan a tomar conciencia y Colombia no es ajena la nueva ola energética.

La Unidad de Planeación Minero Energética lanza en el 2015 el documento titulado “Plan Energético Nacional Colombia: Ideario Energético 2050, donde recoge una novedosa estrategia nacional de redes eléctricas supervisadas para su manejo distribuido. Dicha maniobra se concentra hacia un futuro compuesto por redes e infraestructuras integradas y sostenibles. UPME contempla el montaje de una arquitectura inteligente en la red la transmisión de datos que permitan operar en forma mucho más eficiente la red.

“Las RI permiten el manejo de la demanda, la integración de las renovables, sistemas de almacenamiento, vehículos eléctricos y aumento de eficiencias” [19]. Es preciso recalcar que se contempla la imposibilidad de que la sociedad acometa tal cambio por propia voluntad, reclamando esfuerzos de tipo regulatorio y acciones legales que conlleven a la creación y buen término de los macro proyectos que estarán asociados a la iniciativa.

Por demás, una red dinámica regularía y reduciría el pico de demanda energética en valores que llegarían al 24% en el 2050. Entre pandemias actuales y por venir, altos costos energéticos, empobrecimiento de la población, vulnerabilidad, contaminación producto de la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles y los fallecidos por estas causas, se sobreponen el abrupto incremento de la velocidad de las redes de comunicación, el abaratamiento de los autómatas y la inteligencia artificial.

Toda una amalgama de importantes avances tecnológicos pensados y aplicados al aumento de la producción, mientras las interrogantes sobre salud no son respondidas en su totalidad de manera preventiva.

Es cierto que nuevos autómatas colaboran pero; ¿prevenimos con suficiente rigor? Muchos problemas para una solución: reordenar las inversiones en infraestructura a favor de un nuevo tipo de construcción. Proponemos comenzar a considerar un cuarto grado de automatización para los edificios inteligentes.

Este nuevo factor deberá incorporar el pronóstico y búsqueda de soluciones integrales para un inmueble con control de contaminación, control de vectores originarios de pandemias u otras enfermedades, zonas de descontaminación y ahorro energético basado absolutamente en energías limpias.



Figura 6. Contaminación en Bogotá
(Fuente: La Nación, 2018).

Es hora de transformar el envejecido, arcaico y poderoso slogan de confort, eficiencia e integración. Es hora de cambiarlo por sostenibilidad, con el interés primario en lograr habitáculos donde la inteligencia mantenga el confort, pero acentúe la salud humana. Lo principal, por tanto, es la salud y el bienestar del planeta y sus habitantes.

Tomamos conciencia o dilapidamos los agotados recursos energéticos fósiles, reordenando las prioridades domóticas en lo que denominamos: “Domótica Saludable Preventiva o Preventive Healthy Home Automation”.

Tabla 1: Calidad del aire.

Niveles admisibles de concentración de CO ₂ (Partes por millón).	
Concentraciones características de CO ₂ en ambientes exteriores.	350 – 450 ppm
Concentraciones aprobadas de CO ₂ en IAQ.	600 – 800 ppm
Concentraciones permisibles de CO ₂ en IAQ. Sensación de aire enrarecido.	≤1000 ppm
Vivienda mal ventilada.	≤4.000 ppm
Concentración máxima recomendable en el área laboral.	≤5.000 ppm
Dolores de cabeza. Falta de concentración. Somnolencia. Mareos. Problemas respiratorios.	≥30.000 ppm

IAQ: Indoor Air Quality. Un módulo “Preventive Healthy Home Automation” tratará de no ser costoso, por tanto no tendrá en cuenta la arquitectura específica ni los diseños particulares, asuntos en manos de los nuevos diseñadores. No obstante, de ser posible, económicamente viable y/o formar parte de un presupuesto que contemple el módulo como parte integral, debe incorporarlas.

Al estar enfocado en la salud y la sostenibilidad, proporcionará precedencia a los controles de emisión de gases contaminantes por encima del ahorro energético en los aires acondicionados, aunque se tendrá en cuenta el algoritmo de control energético.



Figura 7. Preventive Healthy Home Automation. (Fuente: elaboración propia, 2020).

“Preventive Healthy Home Automation” reunirá una serie de acciones y algoritmos para llevar adelante el modo de reducir el CO₂, mantener la calidad del aire interior según normas técnicas (CTE y RITE) y la exposición a los gases contaminantes. El sistema incorpora sensores de calidad del aire, detección de CO₂ y humedad. Automáticamente dirigirá los esfuerzos a ventilar las habitaciones de manera natural.

“Preventive Healthy Home Automation” incorpora un módulo de detección de Covid 19 y las pandemias, además de cooperar con el inquilino en su confort y bienestar persona. De detectar, mediante biosensores, COVID 19 en el aire, activará alarmas directamente con el hospital más cercano y un módulo de aislamiento parcial por pandemia.



Figura 8. Sistema de biosensores para la detección del SARS-CoV-2 en el aire. (Fuente: Gacetamedia, 2020).

El sistema, siempre que lo permita el consumo, se alimentará de energías limpias total o parcialmente. Las E/S Digitales y Analógicas, así como la sensórica, correrán bajo fibra óptica hasta el local.

Dentro de cada local se implementará un sistema Wifi. El

sistema de control y supervisión central tendrá IA y puede ser físico (independiente pantalla táctil) o acoplado a una PC propia del inquilino. Si es la segunda variante, se entregará un software de instalación descargable online.

En aquellos inmuebles que se requiera (niños, personas con alguna discapacidad, tercera edad, etc), se propone colocar un interlocutor visible, ya sea un androide u otra unidad. “Preventive Healthy Home Automation” al iniciarse, realizará una auditoría de consumo eléctrico y creará un algoritmo de consumo total viable.

Este sistema mantendrá un monitoreo de preferencias, gustos y costumbres para ir acoplado, por ejemplo, las zonas de la casa de tendencias a ser más frecuentadas (mejor iluminación) y las de menos (sin iluminación). El sistema, por tanto, podrá recomendar donde estar, y así ahorrar energía en el resto del inmueble. “Preventive Healthy Home Automation”, no obstante, insistirá en una iluminación natural.

Así mismo, el sistema detectará el uso múltiple de tecnologías (Varios televisores, varios aires acondicionados) y alertará con cifras (KW y dinero), sobre el despilfarro ocasionado y el costo en combustible, más complejo que el On/Off clásico en los aires acondicionados. De manera preventiva sugerirá un esquema de ahorro viable.

Otro tanto hará con la conexión y desconexión de lavadoras, lavavajillas, ahorro del consumo de agua, set de climatización en modo confort (24oC), etc.



Figura 9. Sensor de Calidad del aire AirSens (Fuente: Soler & Palau, 2018).

Una de las propuestas modulares de “Preventive Healthy Home Automation” es la inclusión de un jardín ecológico, desde pequeños para balcones, proyectos verticales,

hasta de mayor área en azoteas o casas privadas. Las principales funciones del jardín son concientizar a los inquilinos con la sostenibilidad y la ecología, así como prevenir la contaminación ambiental, teniendo en cuenta que los denominados jardines verticales pueden mitigar hasta el 50% del dióxido de carbono que se emite a la atmósfera. [20].

En los jardines en azoteas o verticales de gran envergadura, “Preventive Healthy Home Automation” propone un control de riego mediante la recolección paramétrica de factores como son la humedad, controles horarios, de clima, nivel de contaminación exterior y otros.



Figura 10. Jardines en azoteas y balcones (Fuente: YouTube, 2019).

La IA conectada al “corazón” del sistema, en el caso de detectar tecnologías altas consumidoras de energía, recomendará la sustitución por otras de alta eficiencia. Para ellos, revisará y aconsejará sobre la compra de productos, tecnológicos, accediendo a las mejores ofertas en su relación calidad y precio, siempre y cuando presenten el sello Energy Star.

Conclusiones

En un mundo viciado, donde cifras de la OMS declaran de 9 de cada 10 personas respiran aire contaminado, [21], concentrarnos en el ahorro energético, la seguridad ciudadana y el confort, enarbolados como paradigma de los edificios inteligentes, resultan hoy insuficientes y, cuando menos, parciales. El edificio inteligente pos Covid romperá los paradigmas sobre el ahorro de energía eléctrica y se concentrará en medir y alertar cuánto

dañamos al medio ambiente con nuestras acciones diarias.

“Preventive Healthy Home Automation” es el resultado de años promoviendo proyectos demóticos parciales y la toma de conciencia de romper con los paradigmas que muestran la inteligencia en inmuebles concentrada en los aires acondicionados y sensores contra intrusos. Es en la salud, las energías limpias y la sostenibilidad donde las nuevas tecnologías, la IoT y la robótica jurarán su rol.

Es imposible dejar en manos de las personas los costos de “Preventive Healthy Home Automation”. Este sistema no es snob, ni pretende serlo, por tanto requiere del esfuerzo de gobiernos e instituciones que comprenden lo incosteable de perder una vida por falta de prevención.

Referencias

- [1] Eduar Bayona Ibáñez, Isbelia Karina Rincón Parada. Hábitos de estudio y rendimiento académico en los estudiantes de ingeniería mecánica. *Revista colombiana de tecnologías de avanzada*, Vol. 1, Núm. 29. 2017.
- [2] Geissler, R. (1992, mayo). Alternativas de Vanguardia, Últimos Avances y Conceptos en el Mundo del Edificio Inteligente. *Conferencia 2 del Seminario del Intelligent Buildings Institute, México*, 8.
- [3] OMS. (2011). OMS | *Contaminación atmosférica* [Organización Mundial de la Salud]. WHO; World Health Organization. http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/es/
- [4] Nieto, A. (2008, abril 4). *Edificios Inteligentes: Síndrome del Edificio Enfermo* -. <https://www.mundohvacr.com.mx/2008/04/edificios-inteligentes/>
- [5] Astudillo, O., & Humberto, M. (2012). *Diseño de un edificio inteligente*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2575>
- [6] Torres Cuadrado, E. (2000, julio 1). Análisis Cualitativo de los sistemas/1. Edificios Inteligentes. *Revista Digital Universitaria*, VOL: 1.
- [7] Sigweb. (2011, Abril). Edificios Inteligentes [Expertos]. *El portal de la prevención de riesgos*. <http://www.sigweb.cl/>
- [8] Enrique Javier Santiago, Jesús Sánchez Allende. DISEÑO DE UN SISTEMA MULTIAGENTES HÍBRIDO BASADO EN APRENDIZAJE PROFUNDO PARA LA DETECCIÓN Y CONTENCIÓN DE CIBERATAQUES. *Revista colombiana de tecnologías de avanzada*, Vol. 2 Núm. 28. 2016.
- [9] Ecured. (2013). *Edificio Inteligente*. https://www.ecured.cu/Edificio_Inteligente#Econ.C3.B3micos
- [10] Prias Caicedo, O. F., Campos Avella, J. C., Rojas Rodríguez, D. B., & Palencia Salas, A. (2019). Implementación De Un Sistema De Gestión De La Energía Guía Con Base En La Norma ISO 50001. En *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA GUIA CON BASE EN LA NORMA ISO 50001* (Segunda Edición). RED COLOMBIANA DE CONOCIMIENTO EN EFICIENCIA ENERGÉTICA - RECIEE.
- [11] Kirschning, I. (1992). *Edificios Inteligentes: Graduate Thesis* [Tesis presentada para obtener el grado de «Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales», Universidad de las Américas].
- [12] CEDOM. (2008). *Cómo ahorrar energía instalando domótica en su vivienda*. AENOR Ediciones.
- [13] Erik Donaldo Lambrano García, José Luis Lázaro Plata, José Luis Lázaro Plata, Alfredo Emilio Trigos Quintero, Alfredo Emilio Trigos Quintero. Revisión de técnicas de sistemas de

- visión artificial para la inspección de procesos de soldadura TIPO GMAW. Revista colombiana de tecnologías de avanzada, Vol. 1, Núm. 29. 2017.
- [14]Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021, Enero). *Huella de Carbono | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/465-plantilla>
- [15]Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2012). Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. *Información tecnológica*, 23(1), 163-176.
- [16]Orús, A. (2020, diciembre 23). • *Fallecidos a causa del coronavirus en el mundo por continente 2020 | Statista*. <https://es.statista.com/estadisticas/1107719/covid19-numero-de-muertes-a-nivel-mundial-por-region/>
- [17]OMS. (2021, Enero 2). *La contaminación causa cada año 7 millones de muertes, según la OMS*. DiarioMedico. <https://www.diariomedico.com/medicina/neumologia/la-contaminacion-causa-cada-ano-7-millones-de-muertes-segun-la-oms.html>
- [18]Gaurav Murgai, J. (2016). *Reducir las emisiones de CO2, principal objetivo planetario*. We Are Water. https://www.wearewater.org/es/reducir-las-emisiones-de-co2-principal-objetivo-planetario_273571
- [19]UPME. (2015). *PLAN ENERGETICO NACIONAL COLOMBIA: IDEARIO ENERGÉTICO 2050*. Ministerio de Minas y Energía.
- [20]Palou, N. (2017, febrero 6). *Jardines en azoteas, una forma de combatir la contaminación y ahorrar en energía*. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/vivo/ecologia/20170206/414074741450/jardin-azotea-contaminacion-co2-ciudades.html>
- [21]OMS. (2018). *Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado*. <https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>