



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,
Volumen 8, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4

DETERMINAR LA EVOLUCIÓN DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS EN LA MEDICIÓN DE NIVELES DE CO₂ EN RELACIÓN CON LOS NIVELES DE DIÓXIDO DE CARBONO EN ZONAS ESTRATÉGICAS DE LA CIUDAD DE PASAJE EN LOS AÑOS 2023 – 2025

DETERMINE THE EVOLUTION OF SYSTEMS ENGINEERING IN THE MEASUREMENT OF CO₂ LEVELS IN RELATION TO CARBON DIOXIDE LEVELS IN STRATEGIC AREAS OF THE CITY OF PASAJE IN THE YEARS 2023 - 2025

Carlos Xavier Vega Oyola

Instituto Superior Tecnológico Ismael Pérez Pazmiño, Ecuador

Yasser César Alvarado Salinas

Instituto Superior Tecnológico Ismael Pérez Pazmiño, Ecuador

Fabián Alberto Gallardo Gonzaga

Instituto Superior Tecnológico Ismael Pérez Pazmiño, Ecuador

Jimmy Bladimir Bersosa Valarezo

Instituto Superior Tecnológico Ismael Pérez Pazmiño, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12477

Determinar la Evolución de la Ingeniería de Sistemas en la Medición de Niveles de Co2 en Relación con los Niveles de Dióxido de Carbono en Zonas Estratégicas de la ciudad de Pasaje en los años 2023 – 2025

Carlos Xavier Vega Oyola¹

carlos.vega@instipp.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7327-8239>

Instituto Superior Tecnológico

Ismael Pérez Pazmiño

Ecuador

Yasser César Alvarado Salinas

yasser.alvarado@instipp.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-1945-8576>

Instituto Superior Tecnológico

Ismael Pérez Pazmiño

Ecuador

Fabián Alberto Gallardo Gonzaga

fabian.gallardog@instipp.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4068-5414>

Instituto Superior Tecnológico

Ismael Pérez Pazmiño

Ecuador

Jimmy Bladimir Bersosa Valarezo

jimmy.bersosa@instipp.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3825-1748>

Instituto Superior Tecnológico

Ismael Pérez Pazmiño

Ecuador

RESUMEN

La ingeniería de sistemas, específicamente la ingeniería del software, dentro de sus procesos de desarrollo de software ha permitido que se desarrollen sistemas automatizados que permitan lograr cumplir varios objetivos siendo desde los más simples, hasta lo más complejo. Por ello el presente estudio muestra evidencia como el desarrollo de software en conjunto con la ingeniería del software se encuentran presentes desde hace muchos años atrás, siendo utilizados para procesar información desde la captura de datos de niveles de CO2 con hardware o componentes electrónicos, hasta su comunicación con el software, procesamiento y difusión de resultados en las diferentes distribuciones de software. Aplicando métodos como históricos-lógicos, análisis-síntesis, y técnicas como búsqueda exhaustiva, lectura comprensiva, análisis y síntesis para compilar la información de mayor relevancia para el objetivo de la presente investigación, que es determinar la evaluación de la ingeniería de sistemas en la medición de niveles de CO2. Obteniendo como resultados tecnologías comunes en hardware y software que son acordes a las tendencias que en sus tiempos fueron apareciendo y adaptándose a las necesidades, como lo es la medición de niveles de CO2.

Palabras clave: medición CO2, arduino, software medición, python, automatización

¹ Autor principal.

Correspondencia: carlos.vega@instipp.edu.ec

Determine the Evolution of Systems Engineering in the Measurement of Co2 Levels in Relation to Carbon Dioxide Levels in Strategic Areas of the City of Pasaje in the Years 2023 - 2025

ABSTRACT

Systems engineering, specifically software engineering, within its software development processes has allowed the development of automated systems that allow to achieve various objectives from the simplest to the most complex. Therefore, this study shows evidence of how software development in combination with software engineering have been present for many years, being used to process information from the data capture of CO2 levels with hardware or electronic components, to its communication with the software, processing and dissemination of results in different software distributions. Applying methods such as historical-logical, analysis-synthesis, and techniques such as exhaustive search, comprehensive reading, analysis and synthesis to compile the most relevant information for the purpose of this research, which is to determine the evaluation of systems engineering in the measurement of CO2 levels. Obtaining as results common technologies in hardware and software that are according to the tendencies that in their times were appearing and adapting to the necessities, as it is the measurement of CO2 levels.

Keywords: CO2 measurement, arduino, software measurement, python, automatization

*Artículo recibido 10 julio 2024
Aceptado para publicación: 14 agosto 2024*



INTRODUCCIÓN

La ingeniería de sistemas, específicamente la especialidad de la ingeniería del software, durante el transcurso de los años en conjunto con la ciencia, las investigaciones propias o en sociedades han buscado estrategias universales, del cual la ingeniería de sistemas se ha empeñado en desarrollar sistemas exitosos, integrando disciplinas y especialidades, obteniendo procesos de desarrollos estructurados (Tarazona et al., 2011).

Desde los años 1950 sale a luz varios lenguajes como el lenguaje de máquina y el lenguaje ensamblador, donde posteriormente fueron utilizados durante los años y evolucionando el desarrollo de software, encajando como primera, segunda, tercera y cuarta era hasta la actualidad, del cual el desarrollo de software también se ha adaptado a las necesidades identificadas, no solamente con procesos intangibles, sino tomando datos desde el exterior (Bournissen, 1999a).

Continuando con los años, van apareciendo los lenguajes de programación de alto nivel, definición del ciclo de vida de un software, herramientas de estimación de software, los tipos de prueba de funcionamiento del software, configuraciones, estándares, calidad, herramientas CASE para asistir en el desarrollo de software (Bournissen, 1999b).

Se suma a ello las metodologías de desarrollo de software, en donde su evolución inicia con prácticas de desarrollo, transitando desde los modelos de procesos, modelos de ciclos de vida, a modelos de ingeniería del software como parte de la ingeniería de sistemas (Guayta et al., 2014).

En la ONU conferencia de las partes denominada COP 28, presentada entre noviembre y diciembre del 2023, demuestran importantes y preocupantes cifras del calentamiento global, donde parte de ello, es causado por el dióxido de carbono (Erick Burgueño Salas, 2024).

Las automatizaciones de procesos desde el principio de los tiempos y con ello la evolución de la ingeniería el software de la ingeniería de sistemas ayuda en la solución de casi cualquier problemática de diferente índole, por lo que a continuación se realiza una retrospectiva de como ha evolucionado la ingeniería de sistemas, específicamente el desarrollo de software en las mediciones de niveles de Co2.

Según menciona Couchoud M. en 2004 en Hawaii se estableció la estación de MaunaLoa, donde se aplica el Programa de Vigilancia Atmosférica Global de la Organización Meteorológica Mundial, donde

implementa un NDIR, que es un analizador de absorción de la radiación infrarroja, del cual consiste en un fuente infrarroja en un extremo y un detector infrarrojo en el otro, separados por una cámara donde se produce el gas. Esto desde 1958 por Charles Keeling, se da inicio a la monitorización de este gas, empleando elementos precisos y costosos, como sensores, aparatos electrónicos que procesen los valores detectados de este gas. Desde ese mismo año ya hay una evidencia de automatización de procesos de medición de niveles de Co₂ con la intención de monitorizar su compartimiento, generación, valorización y posterior aplicación de acciones correctivas.

En 2009 se realiza una implementación de un prototipo de monitoreo remoto de contaminación ambiental utilizando tecnología GSM, donde se involucra componentes electrónicos, sensores de monóxido de carbono y dióxido de carbono, además de tecnología GSM donde la comunicación de mensajes es vía SMS del GSM y como software se evidencia el desarrollo del mismo con el lenguaje de programación .net de Windows, logrando aprovechar el sistema operativo enviando información y procesando datos para su futura presentación (Estrada Jiménez & Reinoso Chisaguano, 2009).

En el año 2012 se combinan los elementos físicos con el software con una tecnología ZIGBEE, con sensores unificándolos con placas electrónicas y elementos electrónicos se desarrolla un módulo con una pantalla LCD, para la presentación de información de manera consolidada sobre los valores recogidos, se puede notar en esta investigación que utiliza un lenguaje de programación BASIC, y el software resultante denominada LabView, aunque no establece si ha aplicado una metodología de desarrollo de software, pero se cumple el propósito de la investigación (Guagchingha Moreno & Guamaní Mena Eduardo Marcelo, 2012). En este estudio se puede observar cómo trabajan colaborativamente los componentes electromecánicos con el software desarrollado, pero una desventaja es tener la mano humana realizando el proceso de extracción de un micro SD que contiene los datos obtenidos por los sensores y los mismos, deben ser cargados en el software para obtener los resultados, no está automatizado del todo.

El estudio de Laurie Butgereit y Alicia Nickless menciona una automatización en tiempo real utilizando módulos de Picarro como lo es el espectroscopio Ring Down modelo g2301, que incluye sensores como Co₂, velocidad del viento, Co y demás, posteriormente conectado con un software desarrollado en Java EE basado en Beachcomber, que mediante comunicaciones vía POP3 email, y acceso HTTP permite



publicar información sobre los datos recogidos (Butgereit & Nickless, 2013). En esta investigación solamente se encuentra toma valores en un rango de tiempo y los publica vía twitter y por email.

En otra investigación en 2015, se desarrolla una red sensorial inalámbrica (WSN) para la medición de Co₂, también se desarrolla un software con el programa Visual Basic 2008 donde lleva funciones importantes en la lectura de la información (Andrade Gutierrez). La información presentada únicamente muestra los valores de los sensores, donde no hay una estimación correspondiente sobre los valores recogidos. La fortaleza de esta investigación se basa en la comunicación inalámbrica que posee el módulo, a medianas y largas distancia funciona muy bien, cuya comunicación se mantienen y se recogen la información.

El estudio interesante sobre el monitoreo se da en el 2016, donde se listas sistemas que permiten obtener y analizar los niveles de Co₂, demostrando eficiencia y eficacia al momento de realizarlo, por ello el autor se basa en ciertos aspectos y características que replica en el desarrollo de su propio sistema de información de monitoreo de Co₂, este software se encuentra desarrollado con la tecnología de Java EE, tecnología de gestión de bases de datos como lo es el ORM Hibernate, comunicando el modelo relación de la base de datos con el modelo orientado a objetos de la aplicación, conllevando en la aplicación de un patrón de diseño de modelo vista controlador, donde en Java es mucho más específico y controlado este tipo de desarrollo (Marybel et al., 2016). En sus resultados se pueden observar representación de datos a interpretar no solamente para una persona entendida del área, sino también relacionar valores y estimación para que cualquier que los vea, pueda interpretar si el nivel de Co₂ se encuentran en valores normales o con valores elevados.

La ingeniería del sistema y del software en específico se mantiene latente en los diferentes estudios que se encuentran publicados en las diferentes fuentes de información, así mismo se encuentra un estudio que también combina elementos electrónicos de la marca Arduino, que son especializados en la venta de dispositivos electrónicos para cualquier tipo de actividad referenciada con la domótica y controles con sensores garantizando fiabilidad en la captura de datos, además implementa un software de escritorio desarrollado con el lenguaje de programación Java realizada con el IDE Netbeans, donde los valores recogidos y procesados son mostrados en tiempo real. Entre los principales resultados que se muestran en las gráficas se encuentran el ruido representado en una gráfica con parámetros como el



tiempo y los decibeles (dB), también presenta los niveles de CO₂ mostrando gráficas parametrizada en valores de tiempo y partes por millón (ppm), visualizando a detalle dichos valores (Bravo Granda et al., 2017).

En el estudio denominado Analizador automático atmosférico de CO₂, aplica los conceptos de la IoT o en español internet de las cosas, involucrando diferentes elementos hardware como placas, módulos, nodos, cuya comunicación entre estos elementos involucra diferentes protocolos y comunicaciones en diferentes puertos o interfaces, en donde se observa a la ingeniería del software, propio de la ingeniería de sistemas, es actuar es en el desarrollo de la aplicación móvil desarrollada para el sistema operativo Android. En la misma existen gráficos estadísticos de los valores capturados, procesados y remitidos (Ashmil et al., 2018).

Aun analizando la información encontrada en las diferentes fuentes de información, se encuentra otro estudio de medición de CO₂, aplicada en Perú en el año 2019 donde demuestra el armado de un prototipo o módulo de medición de CO₂ utilizando componente Arduino como lo es el Arduino Nano, en conjunto con diferentes sensores que se conectan a éste. Posteriormente desarrolla el software, el mismo que se encuentra desarrollado por utilizando el lenguaje de programación Python, del cual es de código abierto, del cual posee muchas librerías para procesar la información y presentar mediante gráficos estadísticos para un mejor entendimiento e información a presentar y publicar (Mendoza Montoya & Chilo, 2019).

En el año 2021, se presenta un estudio en donde se pone en marcha componentes electrónicos para obtener los datos capturados de los niveles de Co₂, enfocándolo en tecnología IoT o internet de las cosas, donde se especifican elementos hardware o componentes electrónicos ya realizados y comercializados como la marca Dioxcare PDF, y el software desarrollado capaz de trabajar en conjunto con estos equipos electrónicos, implementando tecnología actual como el lenguaje de programación Javascript y frameworks como Node Js, Express, React (Ochoa Aguilar & Lanza Gutiérrez, 2021).

El hardware o componentes electrónicos de la marca Arduino han sido uno de los que mayormente han utilizados en la captación de valores externos a través de sensores y tratamiento de esa información por placas propios de la marca, es así que en este estudio de Joseph Izquierdo-Obando, et. al., utiliza estos componentes Arduino sus sensores, en adicional a ello, el software resultante para el tratamiento de la

información, procesamiento y publicación en sentido de fácil interpretación lo ha realizado con la tecnología .Net de Microsoft con una base de datos como SQL-Server, quedando demostrado que se utiliza un ambiente de desarrollo de Microsoft, ya que son componentes del software bajo un solo stack de programación (Izquierdo-Obando et al., 2023). Al desarrollarlo con tecnología de Microsoft, se asume que también el servidor de aplicaciones web debe estar acorde a su tecnología, donde el IIS de Microsoft también forma parte de este estudio.

En la ingeniería de sistema, específicamente en el desarrollo del software, un estudio ha dado a conocer como un lenguaje de programación consume una mayor cantidad de energía eléctrica al estar en funcionamiento, donde evidencia mediante una herramienta como Joulmeter analizar el consumo de energía eléctrica con el procesamiento de datos. En este estudio como resultados menciona que el lenguaje de programación que se utilice en una portátil consume mucho menos energía eléctrica que uno que se ejecute en una computadora de escritorio, además el lenguaje de programación, donde se comparan C#, Java y C++, donde el lenguaje de programación que consume mayor energía indica que es C++, mientras que el menor es C#, por lo que Java tiene un consumo intermedio de consumo de energía eléctrica (Jain et al., 2020).

METODOLOGÍA

En el presente estudio se ha realizado una investigación fundamental, cualitativa, explicativa, no experimental, histórica, estudio situación específica, debido que específicamente se han realizado, en términos generales, análisis de documentación acerca del estado de la ingeniería de sistemas, aplicando búsqueda exhaustiva, lectura comprensiva, análisis y síntesis, correspondientemente de la ingeniería del software y su evolución histórica sobre el proceso de automatización para la estimación de niveles de CO₂.

Los materiales utilizados para en la presente investigación fueron conexión a internet, una computadora portátil, accesos a las bases de datos científicas y fuentes de información para su consulta y obtención de información.

Básicamente se aplicaron los métodos teóricos de la investigación científica, esto debido que se ha realizado análisis documental, donde se detalla:

Método histórico – lógico: esto para comprender desde los inicios de los tiempos como el desarrollo de software se encuentra relacionado con la comunicación con los elementos hardware o componentes electrónicos.

Método análisis y síntesis: aplicada a la lectura de la documentación revisada descomponiendo en múltiples partes para posteriormente unificar la información obtenida.

Método inductivo – deductivo: este método sirvió para comprender información de lo general a lo particular y viceversa, contenido teórico importante que se encuentra en las fuentes de información obtenidos.

- 1) Acceder a las bases de datos científicas existentes, como por ejemplo Google Scholar, Redib, Doaj, Dedalyc, Scielo, IEEE, y demás.
- 2) En la sección de búsqueda, se ubica información como palabras clave de la investigación para obtener resultados con mayor precisión, aplicando búsqueda exhaustiva.
- 3) Se realizó lectura comprensiva a los resultados de búsquedas de sus resúmenes para comparar sus contenidos, y así relacionar si es de utilidad para la investigación.

Aquellos que, si se ajustan a l investigación, se procede con un análisis y síntesis exhaustivas para determinar aspectos y contenidos importantes que se utilizarán para la investigación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultados se han encontrado que, desde 1950, la ingeniería en sistemas, específicamente la ingeniera del software se involucra con elementos electrónicos para su comunicación y conocimientos. Empezando con lenguajes de programación de la época y posteriormente avanzando los años, utilizando lenguajes de programación que van apareciendo según los años que van pasando, en cuanto cada uno ofrece ciertas ventajas unas frentes a las otras.

Ante ello, a continuación, en la tabla I, se muestran las tecnologías mayormente utilizada en hardware (o componentes electrónicos) como software (en su desarrollo) utilizados en el ámbito de mediciones de niveles de dióxido de carbono (CO₂).

Tabla 1. Comparativas de estudios y tecnologías hardware y software utilizados

Estudio	Hardware	Software
Diseño e implementación de un prototipo de monitoreo remoto de contaminación ambiental utilizando tecnología GSM	Tecnología GSM de mensajes - sensores MQ	.Net
Diseño e implementación de un sistema de medición electrónico de gases contaminantes y contaminación acústica en dos lugares de la ciudad de Latacunga utilizando un sistema de transmisión basado en tecnología ZIGBEE	ZIGBEE y Sensores MQ-7 y MQ-811	Visual Basic
Capturing, calculating, and disseminating real-time CO2 emissions and CO2 flux measurements via twitter in a smart city	Picarro espectroscopio Rign Down modelo g2301	Java EE
Una red sensorial inalámbrica (WSN) para la medición del nivel de CO2 en la ciudad de Ambato	ZIGBEE y Sensores MQ-7 y MQ-811	Visual Basic
Sistemas de información de emisiones de CO2	Arduino placas y sensores	Java EE - Hibernate.
Designing a wireless sensor network for vehicular traffic and CO2 pollution monitoring in an urban area.	-	Java SE - Netbeans
Automatic Atmospheric CO2 Analyzer	Arduino placas y sensores	Android
RealTime Wireless Monitoring System of CO2 and CH4 in Juliaca-Perú	Arduino placas y sensores	Python
Desarrollo de un sistema de monitorización conectado para la medición del nivel de CO2 en espacios cerrados	Componentes Dioxcare	Javascript - Express, Node, React

Como se puede observar en la tabla 1, se puede inferir que, en la mayoría de estudios e investigaciones realizadas, y que se encuentran disponibles en las fuentes de información confiables como tesis de

grados y artículos académicos-científicos, demuestran que la elección de hardware o componentes electrónicos, dominan la marca Arduino, demostrando confiabilidad en sus productos para la obtención de valores con base en las conexiones y comunicaciones de sus sensores y placas donde se interconectan estos elementos, conformando un módulo o un prototipo.

Con ello, lo acompaña el software con una variedad de lenguajes de programación y de sus framework, se puede observar que Java EE, Java SE y Python son los que mayormente se utilizan para el procesamiento de datos, su almacenaje, parametrización y posterior difusión de la información en las diferentes formas de distribución de software, siendo escritorio, web o móvil, especificando la utilización y comunicación con puertos e interfaces para la comunicación con el hardware.

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos de la presente investigación, se puede mencionar que el desarrollo de software y sus elementos que los contienen, han sido desarrollado con la tecnología que se ajusta a las necesidades que se quieren satisfacer.

Siguiendo en tiempo los lenguajes de programación que fueron apareciendo, hay correspondencia con los utilizados en los estudios e investigaciones de los diferentes autores que han difundido sus resultados al momento de utilizarlos, donde adicional a ello, se corresponde con la mantenibilidad de dichos lenguajes al momento de desarrollar software para la finalidad de comunicarse con el hardware que recoge los valores de sensores como tal. Es así como ha ido evolucionando la ingeniería de sistemas, donde los lenguajes de programación existentes, tienen las características de ser compilados o interpretados para su ejecución, donde el más antiguo es Visual Basic o .NET, los intermedios como JavaScript Android, y los más recientes como Python y Javascript.

En concordancia con la afirmación del párrafo anterior, se ha podido evidenciar que efectivamente existe una evolución de la ingeniería de sistemas al desarrollar software, y que, en todos los estudios revisados y citados en este trabajo de investigación, han tenido resultados positivos y que sus objetivos fueron alcanzados sin inconvenientes.

Por lo que, como conclusión final, la ingeniería de sistemas por más que evolucione en lenguajes de programación y en la ingeniería del software, siempre esas nuevas tecnologías y tendencias se ajustarán y solventarán la mayoría de necesidades, por no decir todas, siendo desde un software transaccional



sencillo, o los complejos como las conexiones con dispositivos hardware, donde intervienen componentes electromecánicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade Gutierrez, W. (2015). *UNA RED SENSORIAL INALÁMBRICA (WSN) PARA LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE CO2 EN LA CIUDAD DE AMBATO* [Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/13060>

Ashmil, V., Sooraj, A., & Akash, K. (2018). Automatic Atmospheric CO2 Analyzer. *2018 International Conference on Emerging Trends and Innovations In Engineering And Technological Research (ICETIETR)*.

Bournissen, J. M. (1999a). La evolución del software, puntos de crisis (Parte I). *Enfoques: revista de la Universidad Adventista del Plata*, ISSN-e 1669-2721, ISSN 1514-6006, Vol. 11, Nº. 1-2, 1999, págs. 123-129, 11(1), 123–129.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7367197&info=resumen&idioma=ENG>

Bournissen, J. M. (1999b). La evolución del software, puntos de crisis (Parte II). *Enfoques: revista de la Universidad Adventista del Plata*, ISSN-e 1669-2721, ISSN 1514-6006, Vol. 11, Nº. 1-2, 1999, págs. 130-140, 11(1), 130–140.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7367198&info=resumen&idioma=ENG>

Bravo Granda, B. A., Belduma Belduma, L. A., Coronel González, E. J., & Soto Sarango, A. F. (2017). *Designing a wireless sensor network for vehicular traffic and CO2 pollution monitoring in an urban area*. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8240168>

Butgereit, L., & Nickless, A. (2013). Capturing, calculating, and disseminating real-time CO2 emissions and CO2 flux measurements via twitter in a smart city. *Proceedings - 2013 IEEE International Conference on Green Computing and Communications and IEEE Internet of Things and IEEE Cyber, Physical and Social Computing, GreenCom-iThings-CPSCOM 2013*, 2013–2017. <https://doi.org/10.1109/GreenCom-iThings-CPSCOM.2013.377>

Erick Burgueño Salas. (2024, febrero 27). *COP 28 - statistics & facts*.

<https://www.statista.com/topics/11746/cop-28/#topicOverview>.



- Estrada Jiménez, J. C., & Reinoso Chisaguano, D. J. (2009). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MONITOREO REMOTO DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL UTILIZANDO TECNOLOGÍA GSM* [Escuela Politécnica Nacional].
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1137>
- Guagchingha Moreno, L. V., & Guamaní Mena Eduardo Marcelo. (2012). *Diseño e implementación de un sistema de medición electrónico de gases contaminantes y contaminación acústica en dos lugares de la ciudad de latacunga utilizando un sistema de transmisión basado en tecnología ZIGBEE*. Escuela Politécnica del Ejército.
- Guayta, G., Rogerio, L., & Egas, L. M. (2014). *evolución de las metodologías de desarrollo de la ingeniería de software en el proceso la ingeniería de sistemas software Resumen*.
<https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/29>
- Izquierdo-Obando, J. E., Choez Calderón, C. J., Rodríguez-Portes, D. L., Figueroa Jara, A. E., & Quiñonez Arroyo, D. E. (2023). Sistema básico de monitorización para la regulación de la contaminación atmosférica en la Ciudad de Esmeraldas: caso IOT para redes sensoriales. *Ibero-American Journal of Engineering & Technology Studies*, 3(1), 224–237.
<https://doi.org/10.56183/iberotecs.v3i1.598>
- Jain, D., Rajesh K, S., Mohit Singh, T., & Prachi, S. (2020). *A Study of the Impact of Programming Language Selection on CO2 emission-A Green IT Initiative*.
- Marybel, R., Jiménez, G., Virginia, E., Vereau, B., Fátima, R., & Merino, M. (2016). SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE EMISIONES DE CO2. *INTERFASES*, 9, 117–147.
- Mendoza Montoya, J., & Chilo, J. (2019). RealTime Wireless Monitoring System of CO2 and CH4 in Juliaca-Perú. *The 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications*, 18–21.
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8924332>
- Milagros Couchoud, G. (2004). *Detección y medida de niveles de CO2 en la atmósfera. Principales consecuencias*. www.wmo.ch/web/arep/gaw/gaw

Ochoa Aguilar, R. A., & Lanza Gutiérrez, J. M. (2021). *Desarrollo de un sistema de monitorización conectado para la medición del nivel de CO2 en espacios cerrados* [Universidad de Alcalá]. <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/49108>

Tarazona, J., Cobos, F., Gonzalez, B., & Obando, A. (2011). Estandares en la evolución de la ingeniería de sistemas. *Revista GTI*, 1(1). <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistagti/article/view/1665>