

Sistema para determinar contaminación atmosférica en el C.P. El Progreso para la municipalidad de Pacasmayo

System to determine atmospheric pollution in the C.P. El Progreso for the
municipality of Pacasmayo

Junior Romario Chang Armas¹

RESUMEN:

La atmósfera del Centro Poblado El Progreso de la ciudad de Pacasmayo ha sido, y sigue siendo afectada principalmente por las emisiones de gases, materias particuladas y otros por la fábrica de cemento, y como otro agente menor es el parque automotriz. Se realizó esta investigación desde el mes de abril hasta el mes de julio del presente año con el objetivo de desarrollar e implementar un prototipo llamado Box.DG para determinar índices de contaminación que están afectando a dicha atmósfera, siendo así, se basó en una investigación preexperimental que tomó como población y muestra a las lecturas realizadas del monóxido de carbono y dióxido de carbono en el aire. La ejecución del desarrollo del prototipo fue con el uso del método de ciclo de vida en V, creándose mediante tecnologías diversas, utilizando Arduino, módulos XBee, sensores de gas, de temperatura y presión atmosférica; junto a ello se creó un centro de control web mediante el framework Django, el cual permitió manipular los datos recolectados. Por último, se concluyó que con la implementación del prototipo se logró determinar los índices de contaminación atmosférica significativamente para la municipalidad de Pacasmayo en dicho Centro Poblado.

Palabras claves: Arduino, Módulos XBee, Sensores, Framework Django, Método de ciclo de vida en V.

ABSTRACT:

The atmosphere of El Progreso Town Center in the city of Pacasmayo has been, or continues to be, mainly due to the emission of gases, particulate matter and others by the cement factory, and as another minor agent is the automotive park. This research was carried out from the month of April to the month of July of the year with the objective of developing and implementing a prototype called. Box.DG to determine the pollution indexes that are affecting the atmosphere, being this way, it was based on a preexperimental investigation that takes as a population and shows the readings made of the carbon monoxide and carbon dioxide in the air. The execution of the development of the prototype was with the use of the life cycle method in V, created by various technologies, using Arduino, XBee modules, gas sensors, temperature and atmospheric pressure; next to this, a web control center was created through the Django framework, which allows manipulating the collected data. Finally, it was concluded that with the implementation of the prototype it was possible to determine the air pollution index for the municipality of Pacasmayo in said Poblado Center.

Key words: Arduino, XBee modules, sensors, Django framework, Life cycle method in V.

¹ Universidad César Vallejo - Estudiante de Ingeniería de Sistemas.
E-mail: juniorchang12@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN:

1.1 Realidad problemática

En el distrito de Pacasmayo se encuentra el Centro Poblado El Progreso donde su atmosfera está contaminada por causas proporcionadas de las emisiones de gases tóxicos, polvo (elementos sólidos en partículas) y frecuencia de ruido alto emanado por diversos agentes, el principal es la fábrica de cemento mencionando muchas veces por la población del Centro Poblado. En la página web de la (CPSAA, 2016) o cementos Pacasmayo publicó que, "En las actividades que generan la calcinación y el empleo del carbón para crear energía, se produce CO₂ hacia el aire, impactando nocivamente la condición de la atmosfera y el entorno natural". Revela también que "Por año emiten una cantidad de 500,000 toneladas de CO₂ al aire.", fue respaldado por Global Reporting Initiative.

La municipalidad distrital en este punto no ha podido ejecutarse como agente sancionador, ya que no está en sus responsabilidades, pero si ha podido comunicar lo que ha pasado en su entorno; la Oficina de la División de Salud y Saneamiento Ambiental (ODSSA) encargada de vigilar el medio ambiente del distrito, ha tenido un punto débil, ya que no contaba con todos los instrumentos de medición para evaluar contaminación atmosférica, por ende la encargada de la ODSAA fue la interesada para ayudar en esta problemática.

El enfoque se hizo en el Centro Poblado El Progreso, donde ocurre la mayor manifestación de estos agentes tóxicos, la queja de su población por la falta de interés de las instituciones nacionales encargadas del cuidado del medio ambiente y la fábrica de cemento hacia la contaminación de la atmosfera de este Centro Poblado, así mismo estas entidades no han reportado información o documentos de análisis sobre la situación de la polución que sufre esta

atmosfera, por el cual se determinó los principales problemas que fue que se desconocía los volúmenes de concentración de los gases tóxicos en la atmosfera del Centro Poblado, ya que las entidades competentes no brindan la disponibilidad de estos registros; no existían documentos en la municipalidad de Pacasmayo, que revelen el incremento de la toxicidad de los gases en la atmosfera de este Centro Poblado desde su creación; existía el desconocimiento del tiempo de presencia que transitan los gases tóxicos por la atmosfera, debido a la falta de información; las instituciones del medio ambiente no proveyeron información sobre el factor de reducción del índice de la calidad del aire de la atmosfera de este Centro Poblado, creando desconocimiento de ello.

Se desarrolló esta investigación con el propósito de determinar contaminación atmosférica que pueda tener el Centro Poblado por agentes contaminantes, por el cual ha tenido relación con el malestar y enfermedades que tiene esta población. Se trabajó de la mano con la municipalidad de distrital de Pacasmayo, cuya entidad pública vela por ese Centro Poblado.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 A nivel local

"Impacto de la contaminación de la minería informal en el Cerro El Toro - Huamachuco", para (Corcuera, 2015) nos relató sobre el impacto ambiental de las actividades mineras artesanales informales que se realizan en el Cerro el Toro y en sus alrededores; el estudio se realizó con origen de fuentes complementarias de documentos validos de la administración de energía y minas, la institución de la salud, entre algunas más, hallando también 7 licencias aceptadas y una no dada a los mineros en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) en el Cerro el Toro. Se encontró un rango de 2 a 5 pozas por cada área

minera, 6 individuos por cada poza, y el número de 2268 mineros obreros. Los resultados obtenidos utilizando los estándares ambientales sobre la calidad del aire, el agua, la tierra, la vitalidad de los pobladores, variedad en la vegetación y animal, dan una colisión ambiental crítica, donde no es crucial para la vida en general, el planeta y los habitantes de este Centro Poblado.

1.2.2 A nivel nacional

“Nivel de afectación de la contaminación atmosférica y sus efectos en la infraestructura del campus universitario debido a la emisión de partículas PM10 y CO”, según (Moreano, y otros, 2013) nos dieron a conocer sobre la contaminación atmosférica que produce el parque automotriz hacia las instalaciones del campus de las PUCP, donde se observó corrosión en sus ambientes físicos, por el cual utilizan la EPA (Estándares de Calidad Internacional) y crearon un índice de calidad de aire para el tema de las infraestructuras no existente en el país. Por ello en su investigación se arrojó presencia de CO y PM10, también SO₂, indicando que el porcentaje de CO no era elevado, pero junto con las otras sustancias ayudó rápidamente al deterioro de las infraestructuras físicas en general de la universidad.

1.2.3 A nivel internacional

“Desarrollo de un Sistema de Sensores para la Detección de Sustancias Peligrosas”, según (De Paz, 2015) nos habló sobre los riesgos de contaminación de sustancias tóxicas hacia los trabajadores europeos, dando una cifra de 19% de ellos tiene contacto con gases tóxicos indirectamente y el 15% restante tiene contacto directo, por ello desarrolló un sistema para detectar sustancias nocivas usando hardware con software libre como: Arduino y Matlab, sensores de gases, entre otros. Para uno de los resultados de las pruebas, se utilizaron una vela en una pecera cerrada con el prototipo, se activó la

alarma de contaminación cuando se sobrepasó los 10000 ppm de CO₂ a los 60 segundos; por el cual la implementación del sistema funcionó correctamente a los propósitos del proyecto.

1.3 Teorías relacionadas

1.3.1 Sistemas inteligentes

Según (Nilsson, 2001, Pag. 1), anuncia en su libro digital que los sistemas inteligentes de acuerdo con su experimentación logran memorizar y aprender para actuar de forma interna como externa, consumiendo energía con el propósito de cumplir sus metas.

1.3.2 Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica para (Solís, y otros, 2003, Pag. 8), describen y lo agrupan en primarios o secundarios, ya sea emanado naturalmente o por actividad humana; son contaminantes químicos en concentraciones elevadas de gas, vapor, polvo y aerosoles, que ingresa a la zona atmosférica del planeta.

1.3.3 Calidad del Aire

Los estándares de calidad del aire según el (Decreto Supremo, 2001, Pag. 1), es la herramienta de control ambiental para evitar y proyectar la regulación de la polución del aire mediante la estructura especializada para resguardar la salud, incrementar la competitividad y el crecimiento sostenible.

1.3.4 Framework

El autor (Lafosse, 2010, Pag. 11), nos menciona que los frameworks son un grupo de bibliotecas, normas e instrumentos de guía en el desarrollo de aplicativos. Son concebidos por desarrolladores de programación. Los framework están formados por secciones y elementos interrelacionándose entre ellos. Las aplicaciones son creadas con más eficacia cuando se emplea un framework en vez de repetir o crearlo otra vez el proyecto.

1.3.5 Plataforma Arduino

Según (Enríquez, 2009, Pag. 8), el Arduino es una placa electrónica microcontroladora autónoma o remota de código abierto hecho en software y hardware libre para su facilidad. Su rápido ensamblaje permite interactuar, así mismo, detectar en su entorno a través de muchos sensores y alterar en ella por medio de emisión de luces, sonido y más.

1.3.6 Módulo xbee – protocolo zigbee

El autor (De Paz, 2015, Pag. 41), lo describe como una estructura apoyada por el estándar IEEE 802.15.4 para comunicación de red inalámbrica. Se desarrolló por ZigBee Alliance, una institución sin fin lucrativo comprendido por más de 200 compañías. ZigBee proporciona una comunicación que maneja la banda libre 2.4GHz y toma un canal exclusivo entre las 16 factibles. Con la utilización de una antena tiene una longitud de 1200m en el exterior e interiormente unos 60m.

1.3.7 Sensores

Los sensores serán los medios por cual vamos a extraer datos que necesitamos recopilar, para (Barrera, y otros, 2011, Pag. 211), dicen que son conocidos como dispositivos que emiten señales analógicas, logrando convertir una magnitud física en una salida electrónica con un valor que permite conocer que está sucediendo en el entorno.

1.3.8 Método de desarrollo del modelo de ciclo de vida en v

Para (Gómez, y otros, 2014, Pag. 36-37), este modelo surge en una sucesión de pasos análoga del modelo en cascada, pero da notable valor a la visión jerárquica que se tiene de las diferentes fracciones del sistema a medida que se aproxima en el desarrollo. En el diagrama bidimensional, en el eje horizontal muestra el alcance en el desarrollo y en el eje vertical pertenece al nivel de especificación en

cómo se ejecuta en cada fase.

1.3.9 Centro poblado el progreso

El Progreso como Centro Poblado está conformada por un representante legal como el alcalde y sus regidores, actualmente no tiene un número determinado de población, pero se estima que existen más de 4150 habitantes deducidos por un empadronamiento de los saneamientos públicos como desagüe, cuya estimación calcularon que hay 830 viviendas y por cada una existen 5 personas; por este motivo los representantes del pueblo nos dan como proporción esa cantidad.

1.4 Formulación de problema

¿De qué manera el Sistema Inteligente midió los índices de Contaminación Atmosférica en el C.P. El Progreso para la Municipalidad de Pacasmayo en el año 2018?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Tecnológica

Existen herramientas para detectar contaminantes atmosféricos, su requerimiento y disponibilidad es muy rápida, por el cual estas nuevas tecnologías han permitido desarrollar este proyecto para la creación de un sistema inteligente que determinó los índices de contaminación atmosférica en el Centro Poblado. Este sistema permitió reducir costos y generar mejores avances tecnológicos hacia la localidad de Pacasmayo.

1.5.2 Operacional

Se realizó este proyecto de investigación para dar a conocer los niveles y tipos contaminación en la atmosfera de esta zona, en efecto se demostró que el desarrollo del proyecto está basado en la utilización de una plataforma microcontroladora de código abierto (Arduino) y sensores para extraer la información, así mismo se elaboró un centro de control

en un administrador web donde se alojó el sistema inteligente y el envío de los datos se hicieron de manera inalámbrica.

1.6 Hipótesis

Con un Sistema Inteligente se determinó los Índices de Contaminación Atmosférica en el C.P. El Progreso para Municipalidad de Pacasmayo en el año 2018.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivos generales

Determinar los índices de Contaminación atmosférica en el Centro Poblado El Progreso mediante el Sistema Inteligente para la Municipalidad de Pacasmayo.

1.7.2 Objetivos específicos

- Medir el volumen de concentración de gases tóxicos de la atmosfera del Centro Poblado El Progreso con el Sistema Inteligente.
- Calcular el factor de incremento de la toxicidad de los gases en la atmosfera del Centro Poblado El Progreso con el uso del Sistema Inteligente.
- Evaluar el tiempo de la presencia de los gases tóxicos que se encuentra en la atmosfera del Centro Poblado El Progreso.
- Calcular el factor de reducción de la calidad del aire de la atmosfera del Centro Poblado El Progreso mediante el Sistema Inteligente.

2. MÉTODOS:

2.1 Diseño de investigación : Experimental – preexperimental .

2.2 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Tabla N°1: técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICA	INSTRUMENTO	FUENTE	INFORMANTE
Entrevista	Guía de Entrevista	ODSSA de la Municipalidad de Pacasmayo	Representante de ODSSA
Observación	Ficha de Observación	Prototipo	Web

Fuente: Técnicas e Instrumentos de recolección de datos valides y confiabilidad

Elaboración: Propia

3. RESULTADOS:

El desarrollo del Sistema Inteligente para Determinar Contaminación Atmosférica en el Centro Poblado El Progreso mediante el método de ciclo de vida en V, empleando también el framework Django y el gestor de base de datos MariaDB.

3.1 Ingreso o adquisición de datos

3.1.1 Requerimientos Funcionales

a) Extracción de los datos.

- Detectar la concentración de gases analógicamente (ADC).
- Detectar la temperatura en grados centígrados.
- Detectar la presión atmosférica en hPa.

b) Registro de los Datos:

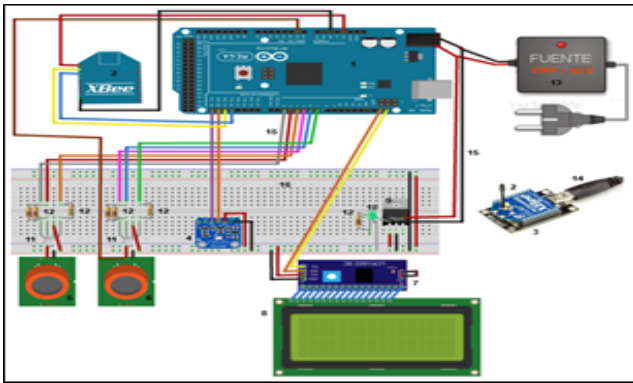
- Registro de concentración de gases analógicamente (monóxido de carbono y dióxido de carbono en ppm).
- Registro de temperatura en grados centígrados y presión atmosférica en hPa.
- Registro de fecha en los gases, temperatura y presión atmosférica detectados.
- Registro de coordenada en latitud y longitud.

c) Administrar Reportes:

- Reporte de concentración de gases en partículas por millón (ppm), temperatura en °C, presión atmosférica en hPa.

3.1.2 Arquitectura del Hardware

Figura 1: Circuito del prototipo con arduino

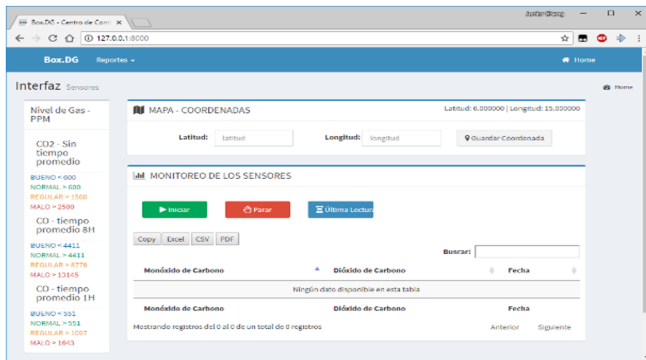


Fuente: Arquitectura del Hardware - Fritzing

Elaboración: Propia

3.2 Diseño de Interfaces

Figura 2: Interfaz y monitoreo de los sensores



Fuente: Centro de Control del Sistema

Elaboración: Propia

Figura 3: Interfaz del administrador



Fuente: Centro de Control del Sistema

Elaboración: Propia

4. RESULTADOS ESTADÍSTICOS:

4.1 Indicador I: volumen de concentración de gases tóxicos

Tabla 2: Resultados de datos recolectados - primer indicador para el CO

VCGT		VCGT		IMPACTO	
Concentración	Porcentaje	Concentración	Porcentaje	Concentración	Porcentaje
0	0%	6,4	100%	6,4	100%

Elaboración: Propia

Tabla 3: Resultados de datos recolectados - primer indicador para el CO2

VCGT		VCGT		IMPACTO	
Concentración	Porcentaje	Concentración	Porcentaje	Concentración	Porcentaje
0	0%	541,35	100%	541,35	100%

Elaboración: Propia

Conclusión: Sabiendo que el valor de p es a .000 para ambas pruebas en los casos del CO y CO2, por ende, p es menor que 0.05, concluyendo que $H_A = VCGT_A - VCGTD \neq 0$, esto nos da a entender que se rechaza H_0 significativamente, aceptando la hipótesis alterna con un error al 5%, por lo tanto, el volumen de concentración de gases tóxicos después del Sistema si se halló a diferencia del Volumen de concentración de gases tóxicos antes del Sistema.

4.2 Indicador II: factor de incremento de la toxicidad de los gases

Tabla 4: Resultados de datos recolectados - segundo indicador para el CO

FITG		FITG		IMPACTO	
Incremento	Porcentaje	Incremento	Porcentaje	Incremento	Porcentaje
0	0%	12,12	100%	12,12	100%

Elaboración: Propia

Tabla 5: Resultados de datos recolectados - segundo indicador para el CO2

FITG		FITG		IMPACTO	
Incremento	Porcentaje	Incremento	Porcentaje	Incremento	Porcentaje
0	0%	24,75	100%	24,75	100%

Elaboración: Propia

Conclusión: Sabiendo que el valor de p es menor para ambas pruebas en los casos del CO y CO2, por

por ende, p es menor que 0.05, concluyendo que $H_A = \text{FITG}_D - \text{FITG}_A \neq 0$, esto nos da a entender que se rechaza H_0 significativamente, aceptando la hipótesis alterna con un error al 5%, por lo tanto, el factor de incremento de la toxicidad de los gases después del Sistema si se **halló a diferencia** del factor de incremento de la toxicidad de los gases antes del Sistema.

4.3 Indicador III: tiempo de la presencia temporal de los gases tóxicos

Tabla 6: Resultados de datos recolectados - tercer indicador para el CO

T P P T G		T P P T G		IMPACTO	
Minutos	Porcentaje	Minutos	Porcentaje	Minutos	Porcentaje
0	0%	24	100%	24	100%

Elaboración: Propia

Tabla 7: Resultados de datos recolectados - tercer indicador para el CO2

T P P T G		T P P T G		IMPACTO	
Minutos	Porcentaje	Minutos	Porcentaje	Minutos	Porcentaje
0	0%	1	100%	1	100%

Elaboración: Propia

Conclusión: Sabiendo que el valor de p es a .000 para ambas pruebas en los casos del CO y CO2, por ende, p es menor que 0.05, concluyendo que $H_A = \text{TPPTG}_D - \text{TPPTG}_A \neq 0$, esto nos da a entender que se rechaza H_0 significativamente, aceptando la hipótesis alterna con un de error al 5%, por lo tanto, el tiempo de la presencia temporal de los gases tóxicos después del Sistema si **se halló a diferencia** del tiempo de la presencia temporal de los gases tóxicos antes del Sistema.

4.4 Indicador IV: factor de reducción de la calidad del aire

Tabla 8: Resultados de datos recolectados - cuarto indicador para el CO

F R C A		F R C A		IMPACTO	
Reducción	Porcentaje	Reducción	Porcentaje	Reducción	Porcentaje
0	0%	35,03	100%	35,03	100%

Elaboración: Propia

Conclusión: Sabiendo que el valor de p es menor para ambas pruebas en los casos del CO y CO2, por ende, p es menor que 0.05, concluyendo que $H_A = \text{FRCA}_D - \text{FITG}_A \neq 0$, esto nos da a entender que se rechaza H_0 significativamente, aceptando la hipótesis alterna con un de error al 5%, por lo tanto, se obtuvo el factor de reducción de la calidad de aire después de implementar el Sistema en la atmosfera del Centro Poblado El Progreso.

5. DISCUSIÓN:

- En tanto a los datos obtenidos con la implementación del prototipo Box.DG en la atmosfera del Centro Poblado El Progreso y posteriormente analizados mediante los estándares de calidad del aire, se pone en contraste con los trabajos previos, donde se coincide con (Corcuera, 2015) que hace mención en la importancia del uso del estándar de la calidad del aire para analizar en qué estado se encuentra la atmosfera, de ese modo poder saber con más presión el nivel de polución que están creando ciertos contaminantes para realizar futuros métodos de mitigación y salvaguardar la salud.

- Así también, se comparte lo pronunciado por (Moreano, y otros, 2013), donde demostraron que el uso de los estándares de calidad del aire es de gran ayuda para determinar que ciertos gases tóxicos son factores de perjuicio en niveles altos, menores o bajos, para causar daños a distintos medios físicos como infraestructura mobiliaria por el monóxido de carbono en unidades menores, coincidiendo también lo mismo con (Huaranga, 2016) en su trabajo realizado con el empleo del estándar para analizar emisiones de gases, analizando también el CO emitido por

hornos de caldera hacia la atmosfera del centro poblado menor de Sacra Familia - Pasco.

- Por otro lado en el desarrollo del prototipo Box.DG para detectar gases tóxicos mediante su implementación con de tecnología arduino, sensores de gas de la familia MQ, sensor de temperatura, módulos Xbee y otros, se comparte lo dicho por (De Paz, 2015) en su trabajo concluido, donde menciona que las tecnologías mencionadas son de gran ayuda para poder medir niveles de contaminación por diversos gases que podrían ser perjudiciales para la salud, ya que el autor implemento un prototipo para detectar gases como el dióxido de carbono, oxígeno y un sensor de temperatura, y un centro de control en Matlab para visualizar la lectura de concentraciones de los gases, concluyendo que su equipo puede medir niveles de hasta 10,000 ppm en concentración de CO₂ en 60 segundos, Por el cual, también podemos indicar que el Box.DG realiza lectura de CO hasta 2,000 ppm y de CO₂ 20,000 ppm con sensores MQ, además integra un sensor que mide la temperatura y presión atmosférica con mejor precisión, de la misma forma tiene un centro de control más dinámico para guardar los datos recolectados basado en el framework Django.

- (Rubio, y otros, 2016) nos demostró que el uso de los sensores de gases de la familia MQ y de la placa Arduino son importantes, y útiles para analizar contaminación, ya que son tecnologías de bajo presupuesto que ayudan a facilitar a disolver estas problemáticas. Los autores crearon un prototipo llamado nariz electrónica que cuenta con esas tecnologías y otras más para detectar contaminación a través de la madurez de alimentos orgánicos, de esa forma se comparte lo mencionado por los autores ya que el arduino, los sensores, nos permiten realizar lecturas precisas de contaminantes gaseosos que se encuentran en el aire.

- De esta manera por lo descrito anteriormente, se comprobó y se aprueba la hipótesis que con un Sistema Inteligente se determinó significativamente los Índices de Contaminación Atmosférica en el C.P. El Progreso para Municipalidad de Pacasmayo en el año 2018.

6. CONCLUSIONES:

Se determinó los índices de Contaminación atmosférica en el Centro Poblado El Progreso mediante el desarrollo e implementación Sistema Inteligente para la Municipalidad de Pacasmayo con los próximos puntos:

- Se midió el volumen de concentración de gases tóxicos de la atmosfera del Centro Poblado El Progreso con el Sistema Inteligente mediante el indicador de volumen de concentración de los gases tóxicos, concluyendo que en un tiempo de una hora por día en un margen de cinco días consecutivos, el promedio de concentración es de 6.41 ppm para el monóxido de carbono y 541.35 ppm para el dióxido de carbono encontrados en el análisis, así reforzamos que estos resultados tienen el 100% de impacto ya que se logró determinar los valores con respecto al pretest.

- Se calculó el factor de incremento de la toxicidad de los gases en la atmosfera del Centro Poblado El Progreso con el uso del Sistema Inteligente por medio del segundo indicador, que nos permitió concluir que, el promedio de incremento es de 12.12% en los 5 días afectados por el monóxido de carbono; así también para el dióxido de carbono se mostró un promedio de incremento de 24.75% en los 5 días registrados por el prototipo, de igual manera esto se interpreta que los porcentajes tienen un 100% de impacto al determinar los incrementos a diferencia del pretest.

- Se evaluó el tiempo de la presencia de los gases tóxicos que se encontraron en la atmosfera Centro Poblado El Progreso con el empleo del tercer indicador, concluyendo que para el monóxido de carbono el tiempo promedio de presencia estable es de 24 minutos en sus picos más altos registrados en la lectura de este gas en la duración de los 3 días consecutivos, igualmente para el dióxido de carbono se demostró que el promedio es de 1 minutos de duración en sus picos más altos en sus concentraciones en ppm en el mismo periodo de lectura del monóxido de carbono, resultando una efectividad de medición al 100% a diferencia del pretest.

- Se calculó el factor de reducción de la calidad del aire de la atmosfera del Centro Poblado El Progreso mediante el Sistema Inteligente con el del indicador de factor de reducción de la calidad del aire, concluyendo que el promedio de reducción de la calidad del aire por el monóxido de carbono es de un 35.03% en el margen de los 5 días que se hizo las lecturas. De igual forma se encontró un promedio de 21.59% de reducción en la calidad del aire por el gas dióxido de carbono en el mismo periodo que el contaminante anterior. Esto representa un impacto de 100% al lograr terminar dichos valores con respecto a los valores nulos en el pretest.

- Se concluyó que el Sistema Inteligente desarrollado no genera muchos gastos, ya que la Tasa de Interés de Retorno es ($45\% > 15\%$), el VAN es igual a 5,462.36 soles por el cual es mayor a 0, además el B/C es $1.92 > 1$. Por lo tanto, el trabajo concluido es económicamente factible.

7. AGRADECIMIENTOS:

A mis docentes, que me han permitido llegar al camino de mi enseñanza, por los buenos consejos y el gran conocimiento que han implantado en mi para

poder llegar a donde estoy ahora. A mis asesores, por haberme ayudado a completar con éxito a esta gran tesis con sus apoyos y sus grandes conocimientos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Barrera, Óscar y Ros, Joan. 2011. Sensores y actuadores. Sistemas eléctricos de seguridad y confortabilidad. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A., 2011, 5.
- [2] Corcuera, César. 2015. Unitru - Universidad Nacional de Trujillo. [En línea] 2015. [Citado el: 30 de 09 de 2017.] <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2969/TE-SIS%20MAESTRIA%20C%C3%89SAR%20AUGUSTO%20CORCUERA%20HORNA.pdf?sequence=1>.
- [3] CPSAA. 2016. Cementos Pacasmayo. [En línea] 2016. [Citado el: 17 de 09 de 2017.] <http://www.cementospacasmayo.com.pe>. En Línea.
- [4] De Paz, Almudena. 2015. Escuela Politécnica Superior - Ingeniería de Telecomunicación. [En línea] 25 de 06 de 2015. [Citado el: 09 de 09 de 2017.] <http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20150625AlmudenaDePazMenendez.pdf>.
- [5] Decreto Supremo, N74-2001-PCM. 2001. Ministerio del Ambiente. [En línea] 22 de 06 de 2001. [Citado el: 30 de 09 de 2017.] <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/D.S.-N%C2%BA-074-2001-PCM.pdf>.
- [6] Enríquez, Rafael. 2009. Guía de Usuario de Arduino. [En Línea] [ed.] Universidad de Córdoba. San Francisco, USA: Creative Commons Attribution-Noncommercial-Share, 13 de 10 de 2009.

- [7] Gómez, Rubén y Moraleda, Eduardo. 2014. Aproximación a la ingeniería del software. Séptima edición. Madrid: Universitaria Ramón Areces, 2014. ISBN: 9788499610931.
- [8] Lafosse, Jérôme. 2010. Struts 2: El framework de desarrollo de aplicaciones. Barcelona: Ediciones ENI, 2010. 978-2-7460-5542-1.
- [9] López, Jorge. 2012. Revistas - Universidad Nacional de Trujillo. [En línea] 12 de 08 de 2012. [Citado el: 30 de 09 de 2017.] <http://revistas.uni-tru.edu.pe/index.php/PGM/article/viewFile/155/158>. ISSN: 2306-2002.
- [10] Mazzatti, Pilar, Del Carmen, José y Santillán, Carlos. 2014. <https://www.minsa.gob.pe/>. [En línea] 2014. [Citado el: 17 de 09 de 2017.] <https://www.minsa.gob.pe/portada/Especiales/Plomo/documentos/Plan%20Nac.Partic.Social%20y%20Comprom.pdf>.
- [11] Moreano, David y Palmisano, Antonio. 2013. Pontificia Universidad Católica del Perú. [En línea] 04 de 03 de 2013. [Citado el: 30 de 09 de 2017.] http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1763/MOREANO_DAVID_Y_PALMISANO_ANTONIO_CONTAMINACION_ATMOSFERICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [12] Nilsson, Nils J. 2001. Inteligencia Artificial. Madrid: Concepción Fernández Madrid, 2001. ISBN: 1-55860-467-7.
- [13] Osseiran, Nada y Chricaden, Kimberly. 2017. Organización Mundial de la Salud. [En línea] WHO Media centre, 06 de 03 de 2017. [Citado el: 17 de 09 de 2017.] <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/pollution-child-death/es/>.
- Las consecuencias de la contaminación ambiental: 1,7 millones de defunciones infantiles anuales, según la OMS.
- [14] Solís, Luz y López, Jerónimo. 2003. Principios Básicos de contaminación ambiental. s.l.: Dirección de Vinculación Investigación-Sociedad, 2003, Capítulo 1