

## Estudio de viabilidad económica para la instalación de un sistema de monitoreo de calidad de aire en base a una red sensorial

Economic feasibility study for the installation of an air quality monitoring system based on a sensory network

Estudo de viabilidade econômica para instalação de sistema de monitoramento da qualidade do ar baseado em rede sensorial

**José Luis Sampietro-Saquicela**

jose.sampietr@celec.gob.ec  
<https://orcid.org/0000-0003-0610-089X>

**Joseph Eli Izquierdo-Obando**

joseph.izquierdo@pucese.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0003-0610-089X>

**Maribel Trinidad Pico Plaza**

maribel.pico@celec.gob.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-2922-648X>

**Carlos Simón Plata Cabrera**

carlos.plata@pucese.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0001-6431-5755>

**Karla Fernanda Solis Charcopa**

karla.solis@pucese.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-9668-9695>

**Rafael Anibal Intriago Mera**

raim8122@hotmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-2852-9366>

**Andrea Katherine Quintero Estrada**

aquinteroestrada@hotmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-8549-6938>

**Leonela Del Rocio De La A Salinas**

leo\_1019@hotmail.es  
<https://orcid.org/0000-0002-0320-4397>

**Mariana Gabriela Quintero Quiñónez**

mariquintero02@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-9308-4423>

### RESUMEN

El presente artículo permite conocer el coste beneficio y la causalidad de la implementación de una red sensorial de medición de calidad de aire. La implementación mediante la definición de la matriz de marco lógico, nos permite enmarcar los objetivos planteados hacia una estructura operativa. La estructura será basada en indicadores que permitan cuantificar los procesos de implementación y evaluación. La tecnología hacia la que se apunta es de Software libre, para que se permita la escalabilidad del sistema sin estar ligado a estándares industriales costosos, respetando la legislación ambiental. La definición y distinción del tipo de coste permitirá a futuros autores enmarcar esta información para la implementación de proyectos de desarrollo. Se define de igual manera un porcentaje de avance en función de lo que causa la contaminación y se definen entidades que pudiesen ser responsables de pilotos, enmarcados en la colaboración activa de la academia como eje rector del avance y desarrollo técnico apuntado hacia el bienestar de la comunidad.

**Palabras claves:** Viabilidad económica, sistema de monitoreo, calidad de aire, red sensorial.

### ABSTRACT

The present article allows to know the cost benefit and the causality of the implementation of a sensory network for air quality measurement. The implementation through the definition of the logical framework matrix, allows us to frame the objectives set towards an operational structure. The structure will be based on indicators that make it possible to quantify the implementation and evaluation processes. The technology to which it is aimed is Free Software, so that the scalability of the system is allowed without being linked to costly industrial standards, respecting environmental legislation. The definition and distinction of the type of cost will allow future authors to frame this information for the implementation of development projects. In the same way, a percentage of progress is defined based on what causes the contamination and entities that could be responsible for pilots are defined, framed in the active collaboration of the academy as the guiding axis of the advance and technical development underpinned towards the well-being of the community. community.

**Keywords:** Economic viability, monitoring system, air quality, sensory network.

## RESUMO

O presente artigo permite conhecer o custo benefício e a causalidade da implementação de uma rede sensorial para medição da qualidade do ar. A implementação através da definição da matriz de enquadramento lógico, permite-nos enquadrar os objectivos definidos para uma estrutura operacional. A estrutura será baseada em indicadores que permitem quantificar os processos de implementação e avaliação. A tecnologia a que se destina é o Software Livre, para que seja permitida a escalabilidade do sistema sem estar atrelado a padrões industriais onerosos, respeitando a legislação ambiental. A definição e distinção do tipo de custo permitirá aos futuros autores enquadrar esta informação para a implementação de projetos de desenvolvimento. Da mesma forma, define-se uma percentagem de progresso com base no que causa a contaminação e definem-se as entidades que poderiam ser responsáveis pelos pilotos, enquadrada na colaboração ativa da academia como eixo orientador do progresso e desenvolvimento técnico sustentado para o bem-estar ser da comunidade. comunidade.

**Palavras-chave:** Viabilidade econômica, sistema de monitoramento, qualidade do ar, rede sensorial.

## Introducción

### 1. Diagnóstico del problema

#### 1.1. Descripción de la situación actual del área de intervención.

##### a) Territorio

La ciudad de Esmeraldas, es la capital de la provincia de Esmeraldas situada al Noroccidente del Ecuador a 318 Km. de Quito la capital del Ecuador. Su clima es cálido y se encuentra junto al Océano Pacífico por lo que es una provincia que tiene extensas y hermosas playas. Su extensión es de 2982 Km<sup>2</sup>. En la ciudad de Esmeraldas, están localizadas entre otras grandes industrias, el Terminal petrolero de Balao, primer puerto marítimo ecuatoriano de alta mar por el que se exporta el crudo de la amazonia; la Refinería Estatal, principal productora de derivados del petróleo, y la Central térmica Celec EP Termo-Esmeraldas 1, 2 y la propicia, con una producción de 221 megavatios de energía.

**Límites:** Norte: Océano Pacífico. Sur: Parroquia Tabiázo. Este: Parroquia San Mateo. Oeste: Océano Pacífico. Ciudades próximas son: San Lorenzo, Atacames, Tonsupa, Súa, Same, Muisne, Quinindé.

**Recursos Naturales:** Agricultura: Cacao, banano.

**Aeropuerto:** La ciudad está servida por el Aeropuerto General Rivadeneira en Tachina, es semi-internacional con vuelos Esmeraldas (Ecuador) - Cali (Colombia) (temporalmente suspendidos), tiene una pista de 2.400 metros, y las pistas de San Lorenzo de 1.200 metros y de Timbre de 800 metros de longitud. (Municipio de Esmeraldas, 2010)

**Servicios Básicos:** La ciudad de Esmeraldas, posee la planta de potabilización de agua y distribución, EMAPSE, la misma que se ubica en la parroquia del mismo nombre. Su capacidad de distribución, almacenamiento y captación resulta insuficiente para la densidad poblacional y la ciudad tiene el servicio básico de agua por días. Es decir, se da agua ciertos días de la semana en distintos sectores, lo que lo hace un

servicio intermitente y no continuo, agravando la situación de salud de la Población. El servicio telefonico lo da CNT, siendo la misma una empresa publica. El servicio electrico a cargo de CNEL y CELEC, que en el futuro serán una sola corporación, es de calidad aceptable, no obstante, el alambrado necesita reemplazo para aumentar margenes de eficiencia, disponibilidad y cuidar los aparatos que usan el servicio por parte del consumidor. Esmeraldas es parte del sistema nacional interconectado, y posee varias subestaciones de 138 y 69 KVA en la ciudad. También posee una central electrica que sale directo a la población, sin pasar por el SNI.



**Figura 1: EMAPSE**

**Salud:** En la ciudad de Esmeraldas funciona un hospital, 2 centros y 7 subcentros de salud, además de una Unidad de Salud Mental y una Maternidad. También existen doce subcentros en las parroquias rurales

**Organizaciones sociales:** Aproximadamente existen 262.

**Educación:** La ciudad posee dos Universidades presenciales y algunas universidades que prestan servicios a distancia. Las Universidades presenciales son la Universidad técnica Luis Vargas Torres, que oferta carreras técnicas y administrativas, además de carreras agrarias en su sede de mutiles. También ofrece carreras como ingeniería eléctrica, y mecánica. Actualmente está en un proceso de intervención por parte del CEACES, para su depuramiento y mejora. Ha desarrollado varios simposios y seminarios sobre temas ambientales y posee una unidad de investigación que se dedica a tratar problemas como la construcción de diques para parroquias que no poseen agua potable, entre otras actividades. La otra universidad presencial, es la pontificia Universidad católica sede Esmeraldas (PUCESE), que oferta carreras técnicas y administrativas. Esta universidad posee la escuela de gestión ambiental, la misma que se potencializa con el Centro de Investigación y Desarrollo y el Laboratorio de Innovación Tecnológica. Ambos departamentos han desarrollado proyectos para el monitoreo ambiental en distintas etapas y formas. Actualmente la PUCESE ha pasado por la etapa de acreditación también regulada por el CEACES. Las Universidades a distancia más relevantes son la Universidad técnica particular de Loja y la Universidad de las fuerzas armadas, ambas con establecimientos o centros de apoyo en la ciudad de Esmeraldas.

**Número de escuelas:** En el cantón Esmeraldas existe un número de instituciones educativas de 372, entendiéndose escuelas, colegios, y jardines; siendo estos fiscales, fisco misional, y particulares, número demasiado insuficiente para atender la demanda estudiantil en el cantón

**Población:** La ciudad de Esmeraldas cuenta con una población que hasta el censo de noviembre del año 2010 era de 189.504 habitantes. (INEC, 2010).

**Composición y características de la población:** La cabecera del Cantón concentra la mayor cantidad de habitantes, 85.42% de la población cantonal, y las parroquias rurales suman el 14.58%. El 42.1% de la población es afro ecuatoriana y negra. Está compuesta por hombres y mujeres de los cuales el 51, 4% son mujeres y el 48,6% son varones; y más del 50% está comprendida en el rango de 27 años.

**Clima:** Pertenece a una región seca tropical. Las precipitaciones anuales más bajas en toda la provincia, que es bastante lluviosa; se registran en las estaciones meteorológicas ubicadas en el cantón Esmeraldas: 777 mm en Esmeraldas-Tachina, 855 mm en Esmeraldas-Las Palmas y 1.009 mm en San Mateo; todas las demás estaciones en el cantón superan los 2.000 mm anuales de precipitación. La temperatura media es bastante uniforme durante todo el año. La temperatura media anual más alta se registra en Esmeraldas-Tachina,

26,2°C; en cambio, la temperatura media mensual más baja se presenta en Esmeraldas-Las Palmas, 25,0°C, durante los meses de agosto y septiembre, es decir en época seca.

**Principales actividades económicas:** La economía del cantón se basa en la producción agropecuaria de palma africana, banano y madera; la ganadería es una actividad importante en todo el cantón, así como los servicios, comercio y la pesca artesanal. El 45% del territorio del cantón es apto para actividades agropecuarias, y el 39% se destina a conservación de Bosques y actividades de ecoturismo. Para la crianza de ganado bovino, según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, en el Cantón Esmeraldas existen 24 .880 cabezas de ganado en el año 2011 y el ganado porcino cuenta con 4.480 unidades. Pese a la fertilidad del suelo esmeraldeño grandes porciones de territorio permanecen baldías; sin embargo, todo cuanto se siembra en este suelo fértil produce exitosamente: maíz, fréjoles, yuca, camote, tabaco, algodón, achiote, oleaginosas, hortalizas, legumbres, sandías, melones, plátanos, caña de azúcar, cocoteros, palma africana, abacá, arroz, etc. Todo esto solo se produce para el consumo local. La Población Económicamente Activa (PEA) del Cantón Esmeraldas corresponde a 74.701 personas, y representa el 8.88 %, de las cuales 44.311 son hombres y 30.390 son mujeres. La actividad pesquera es importante debido a que el 11.3% de la PEA se dedica a esta actividad. Las demás actividades económicas se comparten entre empleos y/o trabajos en el sector público, el turismo y el comercio informal.

**Edad promedio de la población:** Hasta el año 2020 la edad promedio es de 27 años.

## b) División geográfica

### Parroquias rurales

- Tabiazo
- Tachina
- Vuelta Larga
- Camarones
- Chinca
- Carlos Concha
- Majua
- San Mateo

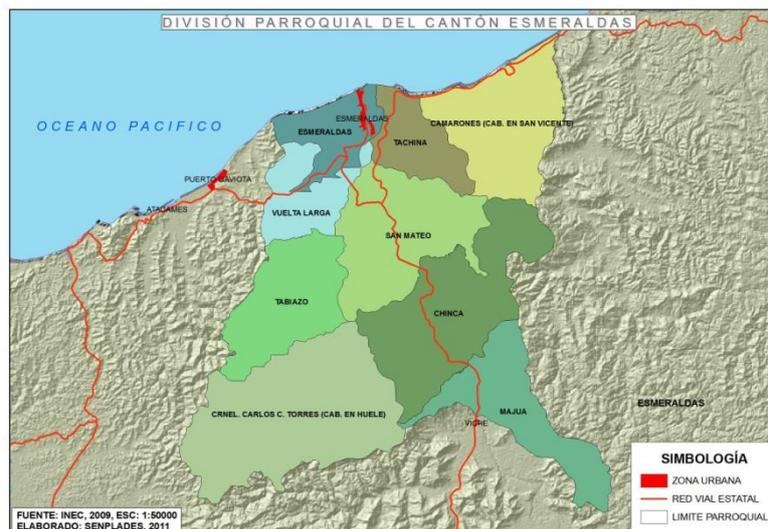
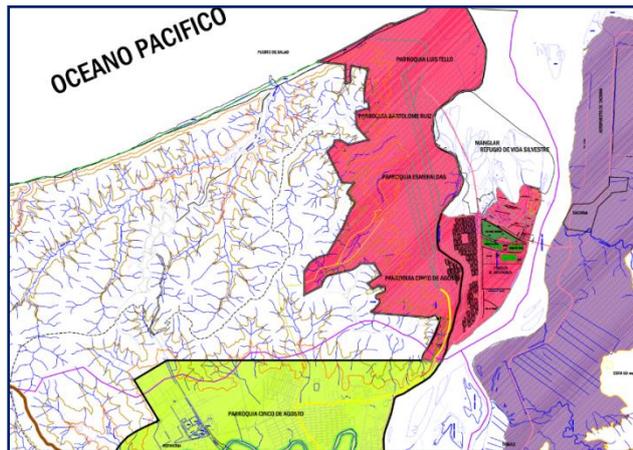


Figura 2: Parroquias Rurales

### Parroquias urbanas

- 5 de Agosto
- Bartolomé Ruíz
- Esmeraldas
- Luis Tello

- Simón Plata



**Figura 3: Parroquias Urbanas**

## 1.2. Identificación y descripción del problema

### 1.2.1. Identificación de la problemática relevante al cantón:

La ciudad de Esmeraldas, atraviesa una problemática generalizada en muchos de los ámbitos de su accionar social, entre los cuales, nombraremos los más relevantes:

#### a) Sistema ecológico - ambiental

- Creciente contaminación de los recursos hídricos por adición de desechos orgánicos e inorgánicos provenientes de descargas de aguas residuales domésticas, aguas residuales industriales, derrames de combustibles, aceites, plaguicidas y fertilizantes.
- Considerable alteración del aire en Esmeraldas por las emisiones provenientes de fuentes móviles, del sector petroquímico y termoeléctrico, afectándose además con aportes de otras fuentes de origen natural.
- Suelo afectado por procesos de erosión debido a la deforestación por la introducción de monocultivos y plantas exóticas, y el uso de fertilizantes químicos y plaguicidas.
- Poca educación y sensibilización ambiental de la comunidad y una actuación limitada en el control ambiental.
- Crecientes eventos de Incendios forestales.
- Presencia de riesgos naturales producidos por el fenómeno del Niño y la probabilidad de eventos tsunámicos, con gran vulnerabilidad y una débil gestión de riesgos

#### b) Sistema económico - productivo

- Actividades productivas del cantón Esmeraldas con limitada tecnología y escaso valor agregado.
- 32% de las áreas cultivables con limitaciones en cuanto a riego y mecanización.
- Actividad pesquera generalmente de tipo artesanal, con limitaciones en cuanto a embarques y aperos de pesca, falta de muelles, niveles bajos de capacitación y poca integración vertical con el sector pesquero más empresarial.
- Baja capacidad de la cadena de frío del rubro pesca
- Baja producción y productividad de los productos agropecuarios y pesqueros, destinados solo al consumo local.
- Comercio informal desordenado y caótico.
- Asociatividad de las organizaciones productivas muy escasa.
- No existe un proceso regular de legalización de tierras.
- Dificultades de acceso a líneas de crédito.

**c) Sistema socio-cultural**

- Deficiente calidad en la prestación del servicio de salud pública, con insuficiente personal e inadecuada infraestructura física y déficit de equipos tecnológicos en unidades de salud.
- Alto índice de enfermedades dermatológicas, infecciones respiratorias agudas, presencia de enfermedades diarreicas agudas y un alto índice de embarazos en menores de edad, provocados entre otras causas por falta de prevención para la salud.
- No existen procesos regulares de promoción de la salud.
- Parcial entrega de medicamentos gratuitos en los hospitales y sub centros de salud y ausencia de botiquines comunitarios populares en los sectores.
- Limitado control de la nutrición infantil.

**d) Sistema de asentamientos humanos, movilidad y conectividad.**

- Altos índices de ocupación ilegal del suelo.
- Espacio público y equipamiento urbano deficitario
- Inequitativa relación y articulación urbano rural, con alto porcentaje de inversión concentrado en las áreas urbanas de la cabera cantonal y en cabeceras parroquiales.
- Débil articulación micro regional, con Atacames y Rio verde
- Baja oferta de planes de vivienda y déficit cualitativo y cuantitativo de vivienda, tanto en el sector urbano, como en el sector rural.
- Pérdida de suelo agrícola por la expansión de la urbanización, con procesos irregulares de conurbación urbana.
- Procesos de migración pendular campo ciudad que origina congestión y conflictos de movilidad.
- En la ciudad de Esmeraldas existe un modelo de ocupación territorial centralizado

**e) Sistema político institucional**

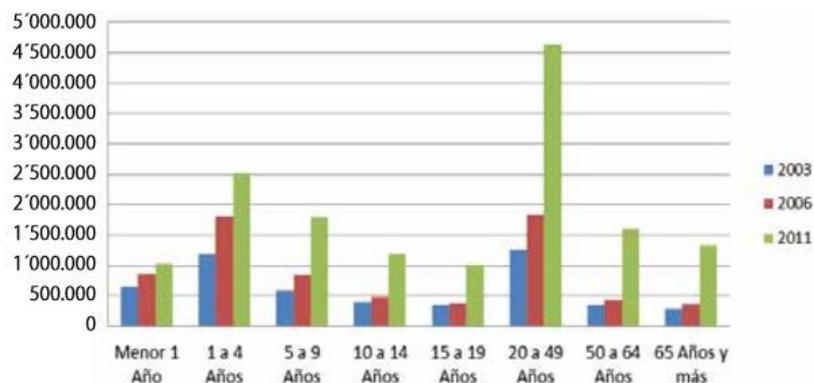
- No se han construido agendas sectoriales de las actividades productivas que se presentan como el motor del desarrollo cantonal, en las que se definan los objetivos y metas a alcanzar.
- No existe una identificación de interlocutores y mecanismos de coordinación que permitan la articulación pública privada.
- El débil relacionamiento entre el municipio y los agentes sociales y productivos públicos y privados.
- Existencia de proyectos estratégicos sin la adecuada participación del sector privado.
- Incipientes procesos participativos de desarrollo económico, como estrategia de cohesión de los sectores productivos, públicos y privados.
- Débil promoción de la asociatividad público privado que permita mejorar el desarrollo productivo del cantón.
- Se observa que las representaciones ministeriales en el territorio no están articuladas con las actuaciones del gobierno cantonal, por el contrario se están convirtiendo en unidades ejecutores de obras sin apego a la planificación local.
- Las representaciones de los ministerios no poseen un referente de coordinación en la Gobernación, que a su vez no cumple con este rol.
- La acción ministerial se disperse sin un impacto adecuado, especialmente en los proyectos estratégicos del cantón de producción, ambiente, vialidad, etc.
- La organización y estructura del Municipio para enfrentar las demandas de la población se observa que la institución deberá adecuarse para enfrentar las demandas surgidas de la planificación y de las nuevas competencias derivadas de la normativa actual.
- En el área rural, las Juntas Parroquiales no cuentan con suficiente presupuesto. Esto provoca que la capacidad institucional sea débil y que dependa de la gestión que sus autoridades puedan realizar en los Ministerio e instituciones locales.
- No se han instaurado los suficientes mecanismos de rendición de cuentas de las diferentes instituciones del cantón.
- Varias instituciones, como las empresas públicas siguen funcionando con modelos de gestión obsoletos e inadecuados.

- Los incipientes niveles de coordinación entre las Direcciones Provinciales, lo que reduce la posibilidad de la aplicación de la planificación cantonal.

### 1.3. Determinación del problema

La mixtura de los problemas identificados agrava la situación de la sociedad esmeraldeña. No obstante, para nuestro análisis, daremos principal importancia a aspectos como las tasas de mortalidad, morbilidad, y estudios locales que apuntalen o soporten la demostración de que la contaminación está dañando la salud de nuestro pueblo, afectando su estilo de vida, y perjudicando de manera notable las actividades que desarrollan los ciudadanos esmeraldeños. El problema de la contaminación en la ciudad, es que aunque la contaminación es un problema mundial, el resto del país no se ve tan afectado, y por ese motivo no existe un clamor general que haga respetar las leyes y reglamentos para controlar la contaminación ambiental. Tampoco existe un estudio que se haya socializado para que la población tome conciencia de lo que está ocurriendo en el medio. Si vemos la figura 4, podremos analizar que existen más consultas médicas por morbilidad en los años cercanos a la actualidad, es debido a que existe más gente enferma por distintas causas en el país en general. Esto desemboca a que exista la revolución de salud que se propone en el país actualmente. No obstante la figura 5, nos muestra que la esperanza de vida al amanecer aumenta y por ende la tasa de mortalidad disminuye, aún con el mayor crecimiento de la densidad poblacional. Este factor se debe al avance de la ciencia médica para curar enfermedades a basa de antibióticos y otros tratamientos o esquemas que hacen posible erradicar del organismo enfermedades que hace poco eran mortales. La figura 6, y 7 muestran las causas de muerte y de salida de hospitalización en el país. Ahí se puede demostrar que al no ser las enfermedades por contaminación una de las 5 causas directas, no se realiza un empeño para solucionar el problema. También juegan los intereses económicos, políticos y financieros de las compañías que producen petróleo, electricidad y usan los recursos naturales.

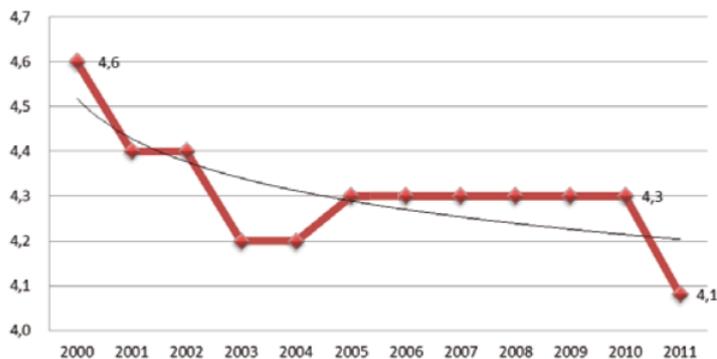
**Total de consultas (brindadas) de morbilidad  
(Médico, obstetrix, psicólogo)  
por año, según grupos de edad**



Fuente: MSP - Dirección Nacional de Información, Producción de Salud, 2003, 2006, 2011.

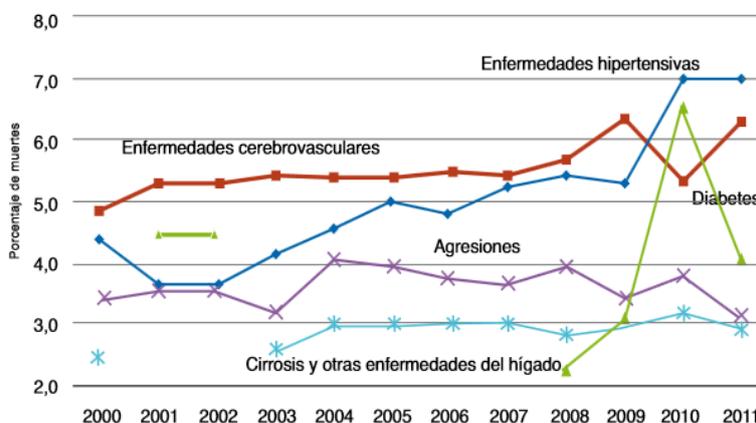
**Figura 4. Consultas brindadas por Morbilidad**

### Tasa de mortalidad en población ecuatoriana



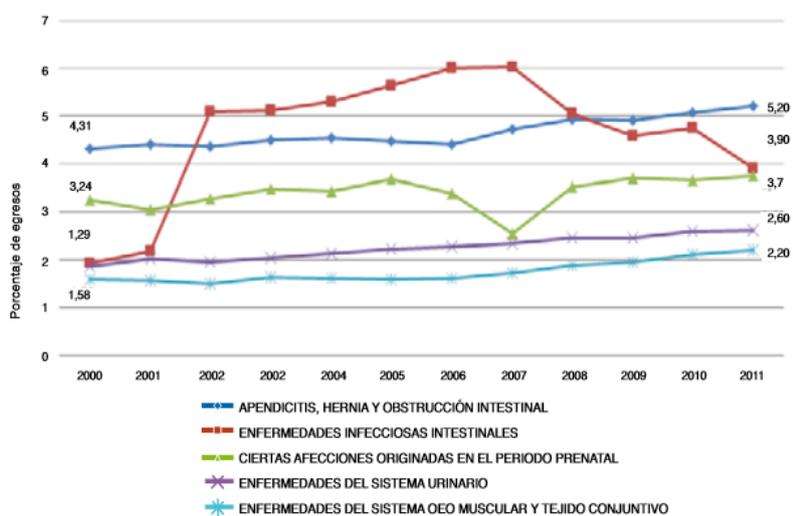
Fuente: INEC, Estadísticas Vitales, defunciones 2000-2011; INEC, Proyecciones de población, 2000-2011.

**Figura 5. Mortalidad en el Ecuador.  
 Cinco principales causas de muerte Ecuador 2000 - 2011**



Fuente: INEC, Estadísticas Vitales, defunciones 2000-2011.

**Figura 6. Cinco principales causas de muerte en Ecuador.  
 Principales causas de egresos hospitalarios, 2000 - 2011**



Fuente: INEC, Egresos Hospitalarios, 2000-2011

Nota: Las causas de egresos hospitalarios están basados en la lista OPS-6/67

Elaborado a partir de la CIE-10 a 3er dígito.

**Figura 7. Egresos hospitalarios**

Patologías como enfermedades de piel, vías respiratorias, y de órganos son sensibles a la contaminación ambiental. Básicamente, es una verdad a ciegas que nuestra provincia se contamina a diario, y que las capacidades de las plantas industriales van en mero aumento, así como el parque automotor de la ciudad. No solamente cabe indicar que el organismo de cada persona responde a la contaminación del aire de distintas formas, como: rechazo a través de tos seca o estornudo, agotamiento físico o mediante la presencia de síntomas o enfermedades, sino que ya se ha demostrado que las enfermedades ambientales afectan a distintos sistemas en el organismo de las personas como son: respiratorio, cardiovascular, nervioso y la piel. Entre las principales molestias ocasionadas por la contaminación del aire, es la irritación de los ojos, esto se debe a la presencia de ozono en el aire y de innumerables partículas de polvo en suspensión.

Otros contaminantes químicos que se encuentran en el aire pueden causar resequedad de las mucosas, enfermedades respiratorias, trastornos digestivos, asma, bronquitis, así como también irritación y comezón en la piel, cáncer bronquial, problemas cardiovasculares, coágulos e infartos especialmente en gente adulta. (Lupaca & Llanqui, 2011). El alcance o superación de los límites máximos permisibles por la Ley Medioambiental Ecuatoriana en la ciudad de Esmeraldas, da indicios de que el sector industrial y el automotriz está ocasionando un impacto negativo a la calidad del ambiente y del buen vivir de las personas que habitan las zonas próximas a la planta industrial (*15 de Marzo, 24 de Mayo, Lucha de los Pobres, Codesa, Propicia, Los Mangos, Unidos Somos Más*). Adicional a ello, la influencia de parámetros climáticos y meteorológicos, cooperan para que los gases contaminantes se expandan y afecten también al perímetro urbano de la ciudad, causando perjuicios sobre la salud de la población, al ser víctimas de enfermedades respiratorias crónicas (*lesiones en los bronquios y pulmones, asma, alergias, etc.*).

Para demostrar lo dicho, presentaremos en la tabla 1 algunas de las enfermedades que se han atendido en la provincia de Esmeraldas. Y resaltaremos las que atañen a enfermedades provocadas por la contaminación.

<b>B08-Otras infecciones víricas caracterizadas por lesiones de la piel y de las membranas mucosas, no clasificadas en otra parte</b>	1 %
<b>C43-Melanoma maligno de la piel</b>	1 %
<b>C44-Otros tumores malignos de la piel</b>	1 %
<b>H10-Conjuntivitis</b>	2 %
<b>J22-Infección aguda no especificada de las vías respiratorias inferiores</b>	14 %
<b>J30-Rinitis alérgica y vasomotora</b>	1 %

Tabla 1. Egresos hospitalarios en esmeraldas

Fuente:

<http://redatam.inec.gob.ec/cgibin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=VITAL2011&MAIN=WebServerMain.inl>

Casi el 72% de los problemas, se deben o tienen relación con los problemas causados por la contaminación ambiental a nivel local, lo que contrasta con la realidad nacional, pero es motivo y razón suficiente para que se empiece a tener un accionar consiente en nuestra población. La tabla 2 muestra algunas de las causas de defunción más comunes que se relacionan con la contaminación. Podríamos acercar a un 54 % la mortalidad influenciada en algún momento debido a la contaminación.

<b>J45-Asma</b>	39%
<b>J84-Otras enfermedades pulmonares</b>	13%
<b>R06-Anormalidades de la respiración</b>	13%

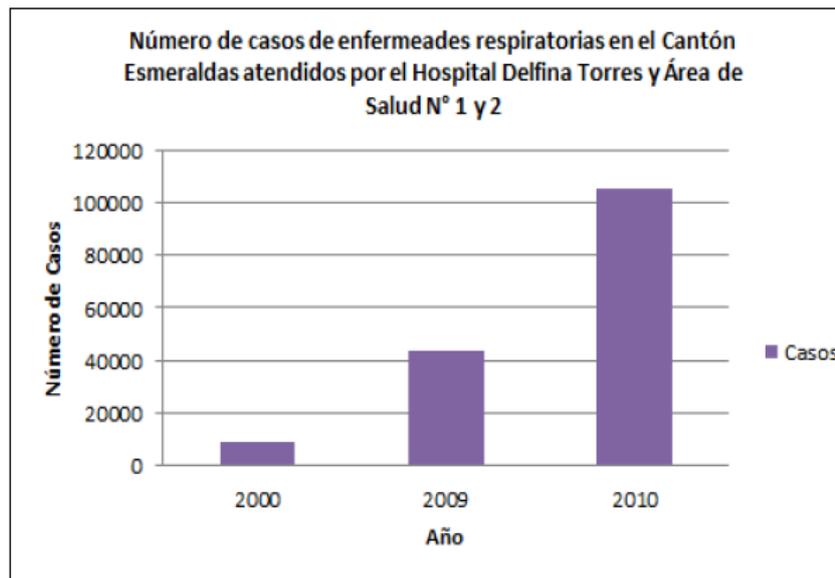
Tabla 2. Egresos hospitalarios en esmeraldas

Fuente:

<http://redatam.inec.gob.ec/cgibin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=VITAL2011&MAIN=WebServerMain.inl>

Otros estudios realizados en los sectores cercanos a la planta industrial, revelan que para el 2010 las afecciones respiratorias en Esmeraldas se ubicaron en primer lugar con aproximadamente 105.310 casos; esto obedece a la emanación de bióxido de azufre a la atmósfera durante las tareas llevadas a cabo en la

refinería, la cual procesa crudo de 24 API cada vez más pesado y al llegar a ser fuel oil, contiene más azufre, el mismo que es quemado en las chimeneas de la planta industrial. Lo indicado se muestra en la figura 8.



**Figura 8. Enfermedades respiratorias en el cantón Esmeraldas.**

Los moradores cercanos a la REE y principalmente los niños, se ven afectados por gripes, bronquitis crónicas, enfermedades pulmonares que llegan a convertirse en cáncer, graves casos de asma, alergias e infecciones en la piel. El colegio médico de la ciudad relaciona estas enfermedades con la contaminación del aire producto del polvo y de las industrias como la Refinería, Termo Esmeraldas y Codesa. No solo la salud es afectada, también los cultivos, la agricultura, la ganadería y demás actividades comerciales que desarrollo la provincia. No existe un factor estadístico que los relacione pero es clara su afección a estas actividades.

## 2. Análisis de oferta y demanda

### 2.1. Demanda Potencial

El presente proyecto, tiene interés de muchas áreas. No obstante podemos dividirlos en sectores privados y públicos.

Dentro del sector público, tenemos las instituciones locales descentralizadas, como el Municipio de Esmeraldas y el Gobierno provincial. Existen también carteras estatales como el Ministerio del Ambiente, e instituciones que representan al poder ejecutivo. Tenemos otros potenciales interesados como juntas parroquiales y movimientos representados por un ente político. Otros potenciales interesados son las empresas industriales en sí, tal como la Refinería Estatal Esmeraldas, La corporación eléctrica del Ecuador, entre otras. Estas últimas tienen ya convenios con entes o universidades nacionales que trabajan con empresas extranjeras para el análisis y pruebas ambientales. Cabe recalcar que la medición de emisión de gases en puntos focales se la realiza muchas veces con sensores instalados al sistema de control descentralizado de cada planta, o con instrumentos portátiles con una periodicidad de tiempo determinada por las especificaciones de los equipos. Otro grupo de interés son las empresas que realizan responsabilidad social, tal como Ecuador Estratégico, la misma que se alinea a remediar los efectos que produce la industrialización en determinadas zonas de una urbe.

Dentro del sector Privado podrán estar interesadas empresas que deseen brindar el servicio a otras empresas, u entidades públicas. Además de empresas industriales privadas que no posean el capital suficiente para realizar mediciones de contaminación de gases con sistemas industriales excesivamente costosos.

Cabe destacar que una de las fortalezas del sistema propuesto es que mide los datos en tiempo real, y no hay que esperar que un informe del extranjero llegue para la interpretación de resultados luego de márgenes de tiempo excesivamente altos.

## 2.2. Oferta Potencial

La oferta potencial viene de Universidades Técnicas que pueden contratar o realizar el servicio, además de empresas extranjeras que realizan este tipo de mediciones ya análisis. Mencionamos una lista corta de los posibles oferentes:

- Universidad central del Ecuador
- Escuela politécnica nacional
- Escuela politécnica del litoral
- Universidad de las Fuerzas armadas – ESPE

A nivel local, no existe una empresa dedicada a dar el servicio mencionado, y la universidad que también podría brindar este servicio, no está en el área de investigación en el que se desarrolla el servicio.

## 2.3. Identificación y caracterización de la población objetivo

### 2.3.1. Identificación De la Población Objetivo

Una vez planteados los posibles demandantes del servicio, procedemos a descartar al Ministerio del ambiente, pues en comunicación escrita emitida por su máxima autoridad local, nos asevera que ya trabajan en un proyecto similar. Descartaremos asociaciones parroquiales por la dificultad de las mismas en su organización y desembolso de los valores para la sostenibilidad del proyecto. De entro los actores públicos, podremos escoger entonces al Municipio de Esmeraldas, ya que las competencias del GADPE son más extensas y el plan piloto se desarrollará en la ciudad de Esmeraldas. Las empresas industriales tienen la facilidad de incorporar su personal y recursos para realizar un sistema similar, por lo que trabajaremos con el potencial demandante ya escogido.

Caractericemos al GADME según sus políticas y planes de trabajo para analizar la cohesión de sus acciones con el proyecto presentado.

### 2.3.2. Caracterización de la Población Objetivo

#### a) Misión.

Brindar servicios de calidad a la población esmeraldeña, de modo de asegurar el desarrollo social y el buen vivir de la ciudadanía; sustentada en una planificación sostenible, en equilibrio con el medio ambiente, su biodiversidad y pluriculturalidad, proyectada en función de los cambios y exigencias del mundo globalizado actual

#### b) Visión.

El Gobierno local conservará y protegerá el medio ambiente y su biodiversidad. Contando con un ordenamiento territorial que favorezca el uso sustentable del suelo, que fomente la recreación con el impulso de programas y el fortalecimiento de infraestructura básica; propicie la participación ciudadana como eje protagónico en el desarrollo local, con espacios, oportunidades y políticas que los potencian; favoreciendo los niveles de calidad de vida, cobertura cualitativa y cuantitativa en salud, educación, recreación, servicios e infraestructura básica; con una conectividad vial interna y externa, permitiendo un desarrollo integral y armónico con los municipios vecinos y con otras provincias. Ordenado y seguro, reconocido a nivel nacional e internacional por contribuir a reducir los niveles de pobreza y elevar la calidad de vida de sus ciudadanos.

#### c) Objetivos

- Auspiciar la igualdad, la cohesión y la integración social y territorial
- Mejorar las capacidades y potencialidades de la ciudadanía
- Aumentar la esperanza y la calidad de vida de la población

- Promover un medio ambiente sano y sostenible y garantizar el acceso a agua, aire y suelo seguro
- Garantizar la soberanía nacional y auspiciar la integración latinoamericana
- Garantizar un sustento (trabajo) sostenible, justo y claro
- Incrementar los espacios de encuentro común
- Garantizar los derechos colectivos
- Fomentar el acceso a la justicia
- Garantizar el acceso a participación pública-política
- Auspiciar el desarrollo local, la competitividad y la sostenibilidad macroeconómica
- Recuperar el rol regulador y redistribuidor del Estado en la economía y en el desarrollo territorial.

### 2.3.3. Transcripción de la Problemática analizada por el GADME sobre el aire en su documento Plan de desarrollo Municipal

Uno de los serios problemas de la ciudad de Esmeraldas es la contaminación del aire generada por el tráfico vehicular; y por la actividad industrial que se ubica dentro del perímetro urbano y funciona sin normas ambientales.

La contaminación vehicular se produce por varias razones. En primer lugar, por la oferta de combustibles de Petrocomercial, que es una gasolina que contienen aromáticos (fenoles) que afectan a la salud de la población. En segundo lugar, la presencia de automotores viejos, de manera especial en el servicio público; y en tercer lugar, una inadecuada organización del tránsito y la ausencia de parqueo público lo que produce congestión de manera especial en la parte céntrica de la ciudad. La ciudad cuenta con una terminal terrestre que ha mitigado los gases por contaminación vehicular, la cual se encuentra en la zona sur, frente al Barrio Unidos Somos Más.

Otro de los problemas que la población menciona como contaminación ambiental, es el ruido producido por: los automotores, talleres de metalmecánica y bares, que están ubicados en áreas residenciales; el pequeño comercio que promociona sus ventas utilizando aparatos de sonido a altos volúmenes, realidad que se agudiza por la práctica cultural de escuchar música con volúmenes elevados sin considerar a los demás. La Refinería Esmeraldas al igual que Termo Esmeraldas son las industrias que generan la mayor contaminación ambiental, puesto que, no tratan adecuadamente las emisiones atmosféricas, causando enfermedades respiratorias a los pobladores de Esmeraldas, especialmente a los de los barrios cercanos a la refinería

Los hornos de la Refinería Estatal Esmeraldas son los que causan mayores problemas y no cumplen con la normativa ambiental existente. Los hornos funcionan con fuel gas y han sido comparados con el Reglamento sustitutivo de operaciones hidrocarburiíferas, para fuentes fijas, y sobrepasan la norma notablemente en monóxido y dióxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). La Central Termoeléctrica Esmeraldas produce emisiones al aire debido a la combustión en el caldero de generación de vapor, al 100% de carga operativa, así como para 50% de carga. La emisión de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) supera el valor regulatorio; puesto que en la Central Térmica Esmeraldas, obtuvo un valor de emisión de 2.375 mg/Nm<sup>3</sup>, valor por encima del límite máximo permisible de 1.650 mg/Nm<sup>3</sup>

La calidad del aire, para el conjunto del complejo industrial, excede ampliamente los valores máximos establecidos en la norma ambiental vigente. Para el caso de concentraciones esperadas de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), la máxima concentración anual, para el complejo industrial, es de 1.182 mg/m<sup>3</sup>. Este valor se encuentra por encima del valor máximo de regulación, 80 mg/m<sup>3</sup>

## 3. Políticas a implementar en el programa ambiental por parte del Municipio de Esmeraldas

### Política

Promover la gestión integral de los recursos aire y suelo; áreas protegidas, ecosistemas y biodiversidad.

### Línea Estratégica

LESA 2. Regular, controlar y supervisar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente por parte de los generadores de contaminación y la reducción al mínimo de los impactos potenciales al ambiente de actividades, obras y proyectos de infraestructura públicos o privados que se desarrollen bajo su jurisdicción.

### Planes, Programas y Proyectos

PGSA 1. Programa de control de la Calidad del Aire.

PYSA 13. Creación del sistema de monitoreo de la calidad del aire, del inventario de emisiones, de la meteorología y de los modelos de predicción de la contaminación atmosférica.

PYSA 14. Diseño e implementación de un sistema de información sobre la gestión ambiental, que incluya los recursos, procedimientos institucionales y espacios de participación comunitaria para el tratamiento de denuncias.

PYSA 15. Creación del proceso de revisión mecánica y control de emisiones vehiculares e incorporación de nuevos contaminantes a ser regulados.

PYSA 16. Provisión de equipamiento básico para la aplicación de la normativa y control ambiental.

### **Línea Estratégica**

LESA 3. Promover el fortalecimiento institucional y técnico de la autoridad ambiental local, consolidar su rol de rector, regulador, coordinador, supervisor y fiscalizador ambiental en el cantón Esmeraldas.

#### **Planes, Programas y Proyectos**

PGSA 2. Fortalecimiento institucional del municipio que le permita asumir las competencias ambientales y de gestión de riesgos.

PYSA 17. Centro de capacitación y asistencia técnica para transferencia de conocimientos sobre la gestión ambiental

PYSA 18. Desarrollo y ejecución del proceso óptimo y efectivo de descentralización de las competencias ambientales.

PYSA 19. Implementación y operación del sistema de evaluación de impactos, auditorías y licencias ambientales en el GADME.

PYSA 20. Revisión y actualización del marco jurídico ambiental local, sobre conservación y protección del ambiente y control de la contaminación.

### **Línea Estratégica**

LESA 4. Impulsar la integración de la gestión ambiental pública con la gestión de las organizaciones sociales y comunitarias.

#### **Planes, Programas y Proyectos**

PGSA 3. Programa de difusión e información de los principios y normas de participación ciudadana en los planes, proyectos y programas ambientales del cantón.

PYSA 21. Conformación de comités comunitarios de veedurías ambientales.

PYSA 22. Conformación de clubes ecológicos.

PYSA 23. Creación del observatorio socio ambiental.

PYSA 24. Implementación de procedimientos para operar las competencias ambientales.

### **Líneas Estratégicas**

LESA 8. Promover la educación ambiental a todo nivel como medio de sensibilización y concienciación de la ciudadanía respecto de sus responsabilidades en el cuidado de la calidad y cantidad de los recursos.

#### **Planes, Programas y**

#### **Proyectos**

PGSA 10. Programa Gestión Ambiental socialmente justa.

PYSA 40. Educación Ambiental: escuelas y colegios, rurales y urbanos.

PYSA 41. Diseño e implementación del catálogo público ambiental para actividades y organizaciones.

PYSA 42. Diseño e implementación del sistema de información ambiental y línea verde.

Como podemos observar, todas las líneas y programas apuntan al cuidado medioambiental, al desarrollo de propuestas, de educación ambiental y de sociabilización de resultados. Bajo esta perspectiva, podemos decir que encajamos en la operatividad de la institución

## **4. Indicadores de resultado**

- a) **Tener el conocimiento del grado de contaminación en la actualidad y en pasos de tiempo históricos.**

Indicador: Resultados estadísticos y Datos historizados de los niveles de contaminación.

- b) **Sugerir medidas de control que reduzcan el impacto ambiental causado por gases tóxicos emitidos por las industrias en la ciudad de Esmeraldas; mejorando así la calidad de vida de sus habitantes.**

Indicador: Manual de procedimiento para niveles altos de inmisión de gases puntuales.

- c) **Incorporar infraestructura tecnológica relacionada con sensores inalámbricos a las distintas almas mater de la ciudad de Esmeraldas, para el desarrollo de futuras aplicaciones en el área de la monitorización automática. Asimismo se potencia una línea de investigación poco explotada; pero con alto grado de aplicabilidad para la resolución de problemas presentes en la localidad.**

Indicador: Firma de convenios de desarrollo con las Universidades e intercambio de información técnica.

- d) **Generar plazas temporales de trabajo para acciones de mantenimiento, y para el alquiler de la infraestructura del sistema en sí.**

Indicador: Plan de Mantenimiento programado y contratos de alquiler.

### 3.3. Matriz de marco lógico

Matriz de Marco lógico	Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<b>Fin</b>	Disminuir las afecciones médicas por contaminación ambiental.	Para el 2019 Se reduce en un 45% los egresos hospitalarios por enfermedades relacionadas a las vías respiratorias, y enfermedades dermatológicas.	Estadísticas de los centros de Salud públicas y privados	Los métodos de control se cumplen y se regulan las emisiones de gases en las plantas industriales y en el parque automotor por parte del Ministerio de ambiente y la Agencia Nacional de Transito
<b>Propósito</b>	<b>Determinar en tiempo real el grado de contaminación atmosférica en puntos estratégicos del perímetro urbano de la ciudad a través de una red sensorial inalámbrica.</b>	Para el 2014 existen 10 estaciones de medición instaladas en puntos específicos a lo largo de la ciudad de Esmeraldas.	Acta de entrega recepción firmada y cumplimentada.	Los desembolsos presupuestarios se realizan con normalidad para cumplir el cronograma de trabajo.
<b>Componentes</b>	<b>1. Ajustar los datos obtenidos de la red sensorial con los niveles permisivos estipulados en las regulaciones ambientales.</b>	El margen de lectura de los sensores es del 99% referente a la operatividad del sistema para el país.	DataShetts	Se aceptan las condiciones de diseño propuestas, y se cumplen los pliegos en lo referente a la ingeniería de detalle.
	<b>2. Implementar la Red escalable, segura, confiable y privada para la seguridad y sigilo de los datos obtenidos.</b>	El margen de caída del sistema es del 95% desde su puesta en marcha.	Certificación de componentes y de instalaciones.	Se aceptan las condiciones de diseño propuestas, y se cumplen los pliegos en lo referente a la ingeniería de detalle.

	<p><b>3. Implementar el Plan de mantenimiento adecuado, y la dimensionar la infraestructura de montaje según las especificaciones de la zona.</b></p>	<p>Se obtiene un contrato de arrendamiento para cada nodo y un contrato de mantenimiento por año calendario con empresas interesadas.</p>	<p>Contratos Firmados</p>	<p>Se aceptan las condiciones de diseño propuestas, y se cumplen los pliegos en lo referente a la ingeniería de detalle.</p>
<p><b>Actividades</b></p>	<p>1.1. Diseño e implementación de la Ubicación de los sensores</p> <p>1.2. Ajuste del rango de medida</p> <p>2.1. Diseño de la Topología de Red</p> <p>2.2. Diseño e implementación de los nodos de estación</p> <p>2.3. Diseño e implementación de la etapa de Transmisión</p> <p>2.4. Diseño e implementación de la base de datos y lectura de los parámetros</p> <p>3.1 Dimensionamiento y especificación de torres y altura de nodos.</p> <p>3.2 Definición de las necesidades de mantenimiento de los equipos.</p>	<p>valor</p> <p>valor</p> <p>valor</p> <p>valor</p> <p>valor</p> <p>valor</p> <p>valor</p> <p>valor</p>	<p><b>Factura</b></p> <p><b>Factura</b></p> <p><b>Factura</b></p> <p><b>Factura</b></p> <p><b>Factura</b></p> <p><b>Factura</b></p> <p><b>Factura</b></p> <p><b>Factura</b></p>	<p>Los desembolsos presupuestarios se realizan con normalidad para cumplir el cronograma de trabajo.</p>

#### 4. VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD

##### 4.1. Viabilidad técnica

Para demostrar la viabilidad del proyecto, haremos un recuento de la ingeniería básica del mismo.

##### 4.2 Impacto ambiental

NIVELES DE IMPACTO	0	1	2	3
<b>INDICADOR</b>				
Datos de la calidad del aire				X
Permite regulación de organismos de control			X	
Preservación del medio ambiente			X	
Reduce costos de monitoreo			X	
Consumo de energía				X
<b>TOTAL</b>			6	6

$$\text{Nivel de impacto ambiental} = \frac{\Sigma}{\text{Número de indicadores}} = \frac{12}{5} = 2.4$$

**Nivel de impacto ambiental = Alto**

Permite crear un sistema confiable para obtener datos de la calidad del aire, posibilitando controlar las regulaciones que existen para la contaminación ambiental. Facilitando la información y tener un criterio sobre si los estándares de calidad del aire se están logrando. Además permite preservar el medio ambiente, mediante el bajo consumo de energía que necesita el sistema para su funcionamiento.

##### 4.3 Impacto tecnológico

NIVELES DE IMPACTO	0	1	2	3
<b>INDICADOR</b>				
Solución técnica			X	
Confiable				X
Innovación			X	
Integra información				X
Tiempo de mantenimiento				X
Mejora de hardware y software			X	
<b>TOTAL</b>			6	9

$$\text{Nivel de impacto tecnológico} = \frac{\Sigma}{\text{Número de indicadores}} = \frac{15}{7} = 2.14$$

**Nivel de impacto tecnológico = Alto**

Crea una solución técnica, económica y confiable para realizar un seguimiento en tiempo real de la calidad del aire existente. Implementa innovación, permitiendo un espacio de la Universidad en el campo de la tecnología a nivel local y nacional. Permite crear un sistema integrador de información. Teniendo la posibilidad de comunicación inalámbrica, se puede interconectar entre varios sistemas de monitoreo de gases contaminantes basados en tecnología Arduino. Es un sistema que posibilita un mínimo de mantenimiento, además de hacer mejoras en cuanto al software y hardware utilizados.

#### 4.4. Viabilidad financiera y/o económica y Presupuesto

El presupuesto referencial para dos años de operación desglosado es:

ESTACIONES DE MEDICION EN PUNTOS ESPECIFICOS DE LA ZONA URBANA				
CANTIDAD	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	P.U	P. TOTAL
10	SENSORES DE GAS CO HONEYWELL	UNIDAD	1340,00	13.400,00
10	SENSORES DE GAS CO <sub>2</sub> HONEYWELL	UNIDAD	1618,00	16.180,00
10	SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA SCNEIDER	UNIDAD	738,00	7.380,00
10	SESNOR MULTIGAS EMERSON	UNIDAD	2.178,00	21.780,00
10	TRANSMISORES PARA SESNSOR MULTIGAS	UNIDAD	11.500,00	11.500,00
2	CPU PORTATIL DE CALIBRACIÓN CORE i3	UNIDAD	780,00	1.560,00
10	CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS	UNIDAD	350,00	3.500,00
10	ANTENAS UBIQUITI NANOBEAM 5 GHZ	UNIDAD	200,00	2.000,00
10	CONTROLADOR ARDUINO + KIT	UNIDAD	88,00	880,00
10	FUENTES DE ALIMENTACION	UNIDAD	68,00	680,00
10	UPS	UNIDAD	550,00	5.500,00
10	SWITCH	UNIDAD	68,00	680,00
10	ARMARIOS IPV5	UNIDAD	280,00	2.800,00
30	CABLE ETHERNET	METRO	0,80	24,00
<b>TOTAL</b>				<b>87.864,00</b>

ESTACION DE RECEPCION Y CLIENTE				
CANTIDAD	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	P.U	P. TOTAL
1	CPU CORE i7 + PANTALLA MOUSE TECLADO	PAQUETE	900,00	900,00
1	LICENCIA VISUAL BASIC		160,00	160,00
3	ANTENAS UBIQUITI HP 5 GHZ	UNIDAD	250,00	750,00
3	UPS	UNIDAD	250,00	750,00
3	SWITCH	UNIDAD	80,00	240,00
1	SERVIDOR HP	UNIDAD	7.800,00	7.800,00
<b>TOTAL</b>				<b>10.600,00</b>

OBRA CIVIL				
CANTIDAD	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	P.U	P. TOTAL
10	TORRES x10 m	UNIDAD	280,00	2.800,00
3	TORRES x20 m	UNIDAD	480,00	1140,00
13	MATERIALES DE CONSTRUCCION	PAQUETE	2.000,00	26.000,00

<b>TOTAL</b>	<b>29.940,00</b>
--------------	------------------

<b>HONORARIOS PROFESIONALES</b>				
CANTIDAD	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	P.U	P. TOTAL
1	DISEÑO Y CONFIGURACION DE RED	OBRA	2500,00	2500,00
1	PROGRAMACION DE EQUIPOS	OBRA	2.800,00	2.800,00
1	SUPERVISION DE OBRA CIVIL	OBRA	900,00	900,00
1	MANO DE OBRA	OBRA	340,00	340,00
<b>TOTAL</b>				<b>6540,00</b>

<b>SUMINISTROS DE INSTALACION</b>				
CANTIDAD	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	P.U	P. TOTAL
2	MULTIMETROS	UNIDAD	15,00	30,00
1	KIT DESTORNILLADORES	PAQUETE	60,00	60,00
<b>TOTAL</b>				<b>90,00</b>

<b>GASTOS PRIMER AÑO</b>				
CANT.	DETALLE	P.U	MENSUAL	ANUAL
1	SERVICIO MANTENIMIENTO	-	-	900,00
1	ALQUILER DE ESPETRO RADIO ELECTRICO	-	15,00	180,00
10	ALQUILER ESPACIO FISICO DE ESTACIONES	150,00	1.500,00	18.000,00
10	CINTAS AISLANTES	0,60	-	6,00
10	SPRAY ANTICORROSIVO	2,80	-	28,00
5	PASTA FRIA	1,30	-	6,50
10	BROCHAS	1,20	-	12,00
20	PINTURA ANTICORROSIVA	16,30	-	326,00
<b>TOTAL</b>				<b>19458,5</b>

<b>TOTAL INVERSION FIJA</b>	<b>135.034,00</b>
<b>TOTAL GASTOS MANTENIMIENTO AÑO 1</b>	<b>19458,5</b>
<b>TOTAL GASTOS MANTENIMIENTO AÑO 2</b>	<b>19458,5</b>
<b>INVERSION TOTAL</b>	<b>173.951,00</b>

El Impacto económico sobre sistemas de la misma funcionalidad es:

		X	
			X
		X	
		X	
			X
		6	&

$$\text{Nivel de impacto económico} = \frac{\Sigma}{\text{Número de indicadores}}$$

$$= \frac{12}{5} = 2.4$$

Nivel de impacto económico = **Alto**

Este tipo de proyecto, genera un espacio para futuras investigaciones, aumentando varios temas para el estudio y realización de proyectos que pueden realizar la comunidad universitaria de esmeraldas, además de presentar ventajas como la reducción de los costos de mantenimiento y de monitoreo de gases contaminantes. También posibilita la reducción de costos de hardware y software, haciendo al sistema más asequible y generando plazas de trabajo para su implementación.

## 5. ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN

### 5.1. Arreglos institucionales y modalidad de ejecución

Para la ejecución de este proyecto, el Municipio de Esmeraldas, colocará los recursos para la elaboración del proyecto. La pontificia Universidad católica sede Esmeraldas colocará el recurso Humano Intelectual para el diseño y para los mantenimientos. Se lo hará en base a un convenio de desarrollo y cooperación entre estas dos instituciones.

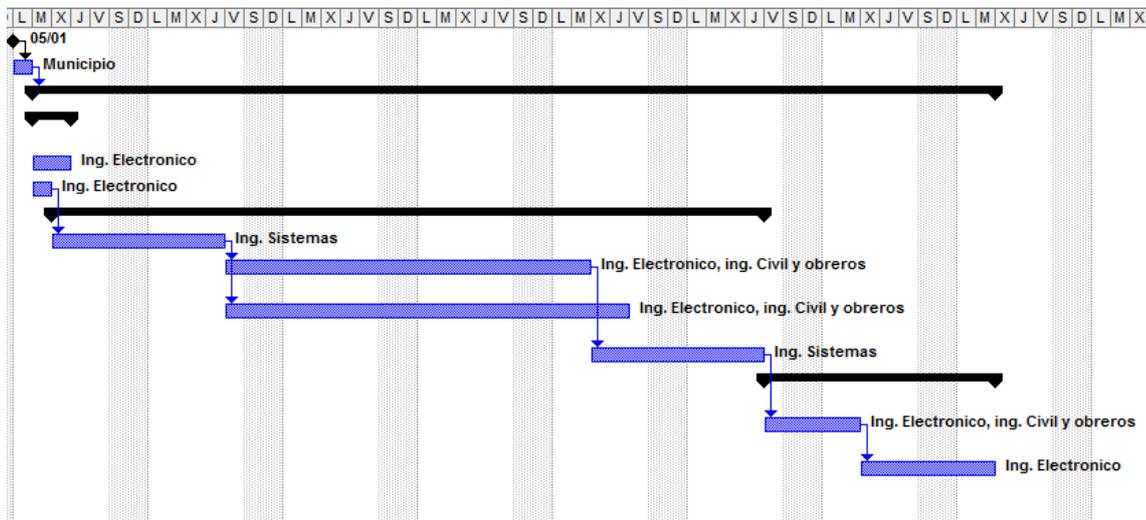
### 5.2. Cronograma valorado por componentes y actividades

Para todas las actividades se necesitarán técnicos de la PUCESE y del Municipio. Por parte de la primera un ingeniero programador y un ingeniero electrónico, mientras que por parte del Municipio un ingeniero Civil, y dos obreros. El pago se hará por actividad y no por adelantado, o en caso de ser necesario se pagará al final con obra entregada, sabiendo que los recursos humanos son al interno. El pago de materiales e insumos se hará contra entrega.

	Nombre de tarea	Nombres de los recursos
1	Firma del Convenio y Desembolso de los recursos	Autoridades PUCESE y Municipio
2	Orden de Trabajo Municipal	Municipio
3	<b>Proyecto</b>	
4	<b>Ajustar los datos obtenidos de la red sensorial con los niveles permisivos estipulados en las regulaciones ambientales.</b>	
5	Diseño y la Ubicación de los sensores	Ing. Electronico
6	Ajuste del rango de medida	Ing. Electronico
7	<b>Diseñar una red escalable, segura, confiable y privada para la seguridad y sigilo de los</b>	
8	Diseño de la Topología de Red	Ing. Sistemas
9	Diseño e implementación de los nodos de estación	Ing. Electronico, ing. Civil y obreros
10	Diseño e implementación de la etapa de Transmisión	Ing. Electronico, ing. Civil y obreros
11	Diseño e implementación de la base de datos y lectura de los parámetros	Ing. Sistemas
12	<b>Diseñar el plan de mantenimiento adecuado, y la dimensionar la infraestructura de montaje según las especificaciones de la zona.</b>	
13	especificación de torres y pruebas de altura de nodos.	Ing. Electronico, ing. Civil y obreros
14	Definición y planeamiento de las necesidades de mantenimiento de los equipos.	Ing. Electronico

### Diagrama de Gantt

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1 Firma del Convenio y Desembolso de los recursos	0 días	lun 05/01/15	lun 05/01/15
2 Orden de Trabajo Municipal	1 día?	lun 05/01/15	mar 06/01/15
3 <b>Proyecto</b>	<b>72 días</b>	<b>mar 06/01/15</b>	<b>mié 25/02/15</b>
4 <b>Ajustar los datos obtenidos de la red sensorial con los niveles permisivos estipulados en las regulaciones ambientales.</b>	<b>5 días</b>	<b>mar 06/01/15</b>	<b>jue 08/01/15</b>
5 Diseño y la Ubicación de los sensores	5 días	mar 06/01/15	jue 08/01/15
6 Ajuste del rango de medida	2 días	mar 06/01/15	mié 07/01/15
7 <b>Diseñar una red escalable, segura, confiable y privada para la seguridad y sigilo de los</b>	<b>55 días</b>	<b>mié 07/01/15</b>	<b>vie 13/02/15</b>
8 Diseño de la Topología de Red	15 días	mié 07/01/15	vie 16/01/15
9 Diseño e implementación de los nodos de estación	25 días	vie 16/01/15	mié 04/02/15
10 Diseño e implementación de la etapa de Transmisión	30 días	vie 16/01/15	vie 06/02/15
11 Diseño e implementación de la base de datos y lectura de los parámetros	15 días	mié 04/02/15	vie 13/02/15
12 <b>Diseñar el plan de mantenimiento adecuado, y la dimensionar la infraestructura de montaje según las especificaciones de la zona.</b>	<b>15 días</b>	<b>vie 13/02/15</b>	<b>mié 25/02/15</b>
13 especificación de torres y pruebas de altura de nodos.	5 días	vie 13/02/15	mié 18/02/15
14 Definición y planeamiento de las necesidades de mantenimiento de los equipos.	10 días	mié 18/02/15	mié 25/02/15



### Tabla de costos por componentes

Firma del Convenio y Desembolso de los recursos	0 \$
Orden de Trabajo Municipal	0 \$
Ajustar los datos obtenidos de la red sensorial con los niveles permisivos estipulados en las regulaciones ambientales.	500 \$
Diseño y Ubicación de los sensores	32940 \$
Ajuste del rango de medida	270 \$
Diseñar una red escalable, segura, confiable y privada para la seguridad y sigilo de los datos obtenidos.	270 \$
Diseño de la Topología de Red	1000 \$
Diseño e implementación de los nodos de estación	87864 \$
Diseño e implementación de la etapa de Transmisión	10000 \$
Diseño e implementación de la base de datos y lectura de los parámetros	1500 \$
Diseñar el plan de mantenimiento adecuado, y la dimensionar la infraestructura de montaje según las especificaciones de la zona.	90 \$
Especificación de torres y pruebas de altura de nodos.	600 \$
Definición y planeamiento y suministro de las necesidades de mantenimiento de los equipos.	19548 \$

### 5.3. Origen de los insumos

ESTACIONES DE MEDICION EN PUNTOS ESPECIFICOS DE LA ZONA URBANA	
DETALLE	ORIGEN DE INSUMOS
SENSORES DE GAS	EXTRANJERO
SENSORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD	EXTRANJERO
CPU DE MONITOREO CORE i3	NACIONAL
ANTENAS OMNIDIRECCIONALES 5 GHZ	EXTRANJERO
CONTROLADOR ARDUINO + KIT	EXTRANJERO
FUENTES DE ALIMENTACION PARA ARDUINO	NACIONAL
UPS	EXTRANJERO
SWITCH	EXTRANJERO

ARMARIOS IPV5	NACIONAL
CABLE ETHERNET	NACIONAL

#### ESTACION DE RECEPCION Y CLIENTE

DETALLE	ORIGEN DE INSUMOS
CPU CORE i7 + PANTALLA MOUSE TECLADO	NACIONAL
LICENCIA VISUAL BASIC	NACIONAL
ANTENAS MULTIDIRECCIONALES 5 GHZ	EXTRANJERO
UPS	EXTRANJERO
SWITCH	EXTRANJERO

#### OBRA CIVIL

DETALLE	ORIGEN DE INSUMOS
TORRES x10 m	NACIONAL
TORRES x20 m	NACIONAL
MATERIALES DE CONSTRUCCION	NACIONAL

#### HONORARIOS PROFESIONALES

DETALLE	ORIGEN DE SERVICIOS
DISEÑO Y CONFIGURACION DE RED	NACIONAL
PROGRAMACION DE EQUIPOS	NACIONAL
SUPERVISION DE OBRA CIVIL	NACIONAL
MANO DE OBRA	NACIONAL

#### SUMINISTROS DE INSTALACION

DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA
MULTIMETROS	NACIONAL
KIT DESTORNILLADORES	NACIONAL

#### GASTOS PRIMER AÑO

DETALLE	ORIGEN DE BIENES Y SERVICIOS
SERVICIO MANTENIMIENTO	NACIONAL
ALQUILER DE ESPETRO RADIO ELECTRICO	NACIONAL
ALQUILER ESPACIO FISICO DE ESTACIONES	NACIONAL
CINTAS AISLANTES	NACIONAL
SPRAY ANTICORROSIVO	NACIONAL
PASTA FRIA	NACIONAL

BROCHAS	NACIONAL
PINTURA ANTICORROSIVA	NACIONAL

## 6. ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

### 6.1. Monitoreo de la ejecución

Las responsabilidades son las mostradas en la tabla adjunta:

ESTACIONES DE MEDICION EN PUNTOS ESPECIFICOS DE LA ZONA URBANA	
DETALLE	ORIGEN DE INSUMOS
SENSORES DE GAS	PRESUPUESTO
SENSORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD	PRESUPUESTO
CPU DE MONITOREO CORE i3	PRESUPUESTO
ANTENAS OMNIDIRECCIONALES 4,9 GHZ	PRESUPUESTO
CONTROLADOR ARDUINO + KIT	PRESUPUESTO
FUENTES DE ALIMENTACION PARA ARDUINO	PRESUPUESTO
UPS	PRESUPUESTO
SWITCH	PRESUPUESTO
ARMARIOS IPV5	PRESUPUESTO
CABLE ETHERNET	PRESUPUESTO

ESTACION DE RECEPCION Y CLIENTE	
DETALLE	ORIGEN DE INSUMOS
CPU CORE i7 + PANTALLA MOUSE TECLADO	PRESUPUESTO
LICENCIA VISUAL BASIC	PRESUPUESTO
ANTENAS MULTIDIRECCIONALES 4,9 GHZ	PRESUPUESTO
UPS	PRESUPUESTO
SWITCH	PRESUPUESTO

OBRA CIVIL	
DETALLE	ORIGEN DE INSUMOS
TORRES x10 m	PRESUPUESTO
TORRES x20 m	PRESUPUESTO
MATERIALES DE CONSTRUCCION	PRESUPUESTO

HONORARIOS PROFESIONALES	
DETALLE	ORIGEN DE SERVICIOS
DISEÑO Y CONFIGURACION DE RED	UNIVERSIDAD LOCAL
PROGRAMACION DE EQUIPOS	UNIVERSIDAD LOCAL
SUPERVISION DE OBRA CIVIL	MUNICIPIO
MANO DE OBRA	MUNICIPIO

#### SUMINISTROS DE INSTALACION

DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA
MULTIMETROS	UNIVERSIDAD LOCAL
KIT DESTORNILLADORES	UNIVERSIDAD LOCAL

#### GASTOS PRIMER AÑO

DETALLE	ORIGEN DE BIENES Y SERVICIOS
SERVICIO MANTENIMIENTO	UNIVERSIDAD LOCAL
ALQUILER DE ESPETRO RADIO ELECTRICO	PRESUPUESTO
ALQUILER ESPACIO FISICO DE ESTACIONES	PRESUPUESTO
CINTAS AISLANTES	PRESUPUESTO
SPRAY ANTICORROSIVO	PRESUPUESTO
PASTA FRIA	PRESUPUESTO
BROCHAS	PRESUPUESTO
PINTURA ANTICORROSIVA	PRESUPUESTO

## 5. Conclusiones y Evaluación de resultados e impactos.

Una vez que se definen los responsables, cada entidad debe ejercer las actividades que le correspondan. Para el caso de las que dicen presupuesto, se deberán adquirir los insumos y nombrar un comité para la realización del proyecto. El comité estará formado por un delegado del Municipio, y un delegado de la Universidad local que está encargada del proceso, que ejercerán las decisiones técnicas respectivas. Estos se apoyarán en un equipo de trabajo de programadores y de técnicos en el área civil del Municipio de Esmeraldas. Se hará un acta de cada reunión y se consignarán ordenes de trabajo por cada componente y actividad, las mismas que deberán contar con un procedimiento que será diseñado al momento de la reunión para ejecución. La evaluación se la realizará una vez que programas de remediación de salud hayan sido aplicados. No obstante, el fin puede verificarse una vez que se reciban reportes mensuales de la operación de la estación.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Abbas Fotouhi, Rubiyah Yusof, Rasoul Rahmani, Saad Mekhilef, and Neda Shateri. A review on the applications of driving data and traffic information for vehicles energy conservation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37(Supplement C):822 – 833, 2014.
- [2] Apurba Sakti, Jeremy J. Michalek, Erica R.H. Fuchs, and Jay F. Whitacre. A technoeconomic analysis and optimization of li-ion batteries for light-duty passenger vehicle electrification. *Journal of Power Sources*, 273(Supplement C): 966 – 980, 2015.
- [3] Apurba Sakti, Jeremy J. Michalek, Erica R.H. Fuchs, and Jay F. Whitacre. A technoeconomic analysis and optimization of li-ion batteries for light-duty passenger vehicle electrification. *Journal of Power Sources*, 273(Supplement C):966 – 980, 2015.
- [4] G. Nielson and A. Emadi. Hybrid energy storage systems for high-performance hybrid electric vehicles. In 2011 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, pages 1–6, Sept 2011.
- [5] Hanane Hemi, Jamel Ghouili, and Ahmed Cheriti. A real time fuzzy logic power management strategy for a fuel cell vehicle. *Energy Conversion and Management*, 80(Supplement C):63 – 70, 2014.

- [6] Hanane Hemi, Jamel Ghouili, and Ahmed Cheriti. Combination of markov chain and optimal control solved by pontryagin's minimum principle for a fuel cell/supercapacitor vehicle. *Energy Conversion and Management*, 91(Supplement C): 387 – 393, 2015.
- [7] Himanshu Khurana, Mark Hadley, Ning Lu, and Deborah A Frincke. Smart-grid security issues. *IEEE Security & Privacy*, 8(1), 2010.
- [8] Hoke, A. Brissette, K. Smith, A. Pratt, and D. Maksimovic. Accounting for lithium-ion battery degradation in electric vehicle charging optimization. *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, 2(3):691–700, Sept 2014.
- [8] J. Shen, S. Dusmez, and A. Khaligh. Optimization of sizing and battery cycle life in battery/ultracapacitor hybrid energy storage systems for electric vehicle applications. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(4):2112–2121, Nov 2014.
- [9] Lijun Gao, R. A. Dougal, and Shengyi Liu. Power enhancement of an actively controlled battery/ultracapacitor hybrid. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 20(1):236–243, Jan 2005.
- [10] M Devineni, A Dinger, M Gerrits, T Mezger, X Mosquet, M Russo, G Sticher, and H Zablit. Powering autos to 2020: the era of the electric car. Boston Consulting Group, 2011.
- [11] M. E. Choi, J. S. Lee, and S. W. Seo. Real-time optimization for power management systems of a battery/supercapacitor hybrid energy storage system in electric vehicles. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 63(8):3600–3611, Oct 2014.
- [12] M.A. Hannan, F.A. Azidin, and A. Mohamed. Hybrid electric vehicles and their challenges: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29(Supplement C):135 – 150, 2014.
- [13] M.A. Hannan, M.M. Hoque, A. Mohamed, and A. Ayob. Review of energy storage systems for electric vehicle applications: Issues and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69(Supplement C):771 – 789, 2017.
- [14] M.Y. Ayad, M. Becherif, and A. Henni. Vehicle hybridization with fuel cell, supercapacitors and batteries by sliding mode control. *Renewable Energy*, 36(10):2627 – 2634, 2011. *Renewable Energy: Generation & Application*.
- [15] Martin Redelbach, Enver Doruk Ozdemir, and Horst E. Friedrich. Optimizing battery sizes of plug-in hybrid and extended range electric vehicles for different user types. *Energy Policy*, 73(Supplement C):158 – 168, 2014.
- [16] P. Rodatz, G. Paganelli, A. Sciarretta, and L. Guzzella. Optimal power management of an experimental fuel cell/supercapacitor-powered hybrid vehicle. *Control Engineering Practice*, 13(1):41 – 53, 2005.
- [17] P. Thounthong, V. Chunkag, P. Sethakul, B. Davat, and M. Hinaje. Comparative study of fuel-cell vehicle hybridization with battery or supercapacitor storage device. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 58(8):3892–3904, Oct 2009.
- [18] Q. Xiaodong, W. Qingnian, and Y. YuanBin. Power demand analysis and performance estimation for active-combination energy storage system used in hybrid electric vehicles. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 63(7):3128–3136, Sept 2014.
- [19] Richard G Newell and Stuart Iler. The global energy outlook. Technical report, National Bureau of Economic Research, 2013.
- Sciarretta and L. Guzzella. Control of hybrid electric vehicles. *IEEE Control Systems*, 27(2):60–70, April 2007.
- [20] Shunping JIA, Hongqin PENG, Shuang LIU, and Xiaojie ZHANG. Review of transportation and energy consumption related research. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 9(3):6 – 16, 2009.
- [21] T.M.I. Mahlia, R. Saidur, L.A. Memon, N.W.M. Zulkifli, and H.H. Masjuki. A review on fuel economy standard for motor vehicles with the implementation possibilities in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9):3092–3099, Dec 2010.
- [22] Tedjani Mesbahi, Fouad Khenfri, Nassim Rizoug, Khaled Chaaban, Patrick Bartholome us, and Philippe Le Moigne. Dynamical modeling of li-ion batteries for electric vehicle applications based on hybrid particle swarm–nelder–mead (ps–nm) optimization algorithm. *Electric Power Systems Research*, 131(Supplement C):195 – 204, 2016.
- [23] X. Hu, N. Murgovski, L. M. Johannesson, and B. Egardt. Optimal dimensioning and power management of a fuel cell; battery hybrid bus via convex programming. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 20(1):457–468, Feb 2015.
- [24] X. Hu, S. J. Moura, N. Murgovski, B. Egardt, and D. Cao. Integrated optimization of battery sizing, charging, and power management in plug-in hybrid electric vehicles. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 24(3):1036–1043, May 2016.
- [25] Zhongyue Zou, Junyi Cao, Binggang Cao, and Wen Chen. Evaluation strategy of regenerative braking energy for supercapacitor vehicle. *ISA Transactions*, 55(Supplement C):234 – 240, 2015.
- [26] Ziyong Song, Heath Hofmann, Jianqiu Li, Jun Hou, Xuebing Han, and Minggao Ouyang. Energy management strategies comparison for electric vehicles with hybrid energy storage system. *Applied Energy*, 134(Supplement C):321 – 331, 2014.