



Formato de Propuesta Técnica y Financiera
- REVISADA-

Nombre de la Organización: Instituto de Recursos Energéticos de Universidad Galileo	Tipo de Organización: Institución académica.
Descripción Breve de la Organización: La Universidad Galileo, a través del Instituto de Recursos Energéticos, IRE, ha desarrollado esfuerzos encaminados a la investigación y preparación de profesionales en el área de las energías renovables, gestión de la energía y eficiencia energética. Las actividades del IRE se enmarcan en cuatro áreas: investigación, transferencia tecnológica, formación profesional y difusión científica. Actualmente el Instituto tiene bajo su responsabilidad las siguientes carreras: Ingeniería en Sistemas Energéticos, Maestría en Energía Renovable y Maestría en Eficiencia Energética. En el área de investigación y transferencia de tecnología se cuenta con un equipo multidisciplinario y estudiantes colaboradores para el desarrollo de tecnología en el campo de la energía renovable, sistemas híbridos para ahorro de combustibles fósiles, evaluación del recurso hídrico para el aprovechamiento hidroenergético y análisis de emisiones y pruebas básicas físico-químicas de biocombustibles y combustibles fósiles. Universidad Galileo es una entidad educativa superior, quien ha logrado conformar una propuesta educativa con un lema muy claro: "Educar es cambiar visiones y transformar vidas".	
Persona de Contacto: Judith Díaz /Lourdes Socarras/Cristian Guzmán	Dirección: 4A Calle 7a. Avenida, calle Dr. Eduardo Suger Cofiño. Ciudad de Guatemala.
Teléfono: (502) 24238000 extensiones 7322 - 7324 - 7327	E-mail y Pagina Web: judithd@galileo.com , smerida@galileo.edu cristianfer@galileo.edu www.galileo.edu
Título del Proyecto: Validación de sistemas híbridos a base de H₂O, adaptados a motores de combustión interna diesel, para disminuir el consumo de combustible fósil y las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera	
Objetivo del Proyecto y Resultados Esperados: Promover e integrar sistemas híbridos a base de agua y un generador HHO que produce gas oxhídrico, en el transporte colectivo público (Transmetro de la ciudad de Guatemala, buses) e instituciones que brindan servicios múltiples en la ciudad de Guatemala, para disminuir el consumo de combustible Diesel de estas unidades automotrices y las emisiones de los gases de efecto invernadero contaminantes de la atmósfera local.	



Resultado esperado:

Demostrar la utilidad de esta tecnología apropiada de sistemas de HHO y atomización de agua ionizada en 8 unidades del transporte público, social y privado que circula en la ciudad en donde los motores ineficientes y antiguos puedan ser más eficientes y el ahorro de combustible y disminución de gases contaminantes. Al final del proyecto de busca que los actores beneficiados confíen en la tecnología y establecer acuerdos de cooperación mutua con el Instituto de Recursos Energéticos de Universidad Galileo.

Esta tecnología será instalada en 8 motores de transporte público que emplean Diesel, con el propósito de disminuir hasta un 15% - 20% el uso de combustible diesel y 30 % - 38% las emisiones de gases contaminantes de efecto invernadero que son producto de la combustión y que alteran la atmósfera de la región metropolitana. Desde el punto de vista ambiental, el bajo rendimiento de consumo en km/galón implica disminución de las emisiones de gases: CO, SO_x, NO_x y CO₂.

Población Objetivo:

Transporte Público Urbano de la Ciudad de Guatemala (Transmetro), Transporte de organizaciones ambientales y ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Se espera obtener resultados satisfactorios que respalden la tecnología y lograr un impacto directo en 7200 habitantes de la región metropolitana que utilizan transporte público o tienen relación con energía y ambiente.

Monto solicitado en USD:

40,000.00

Duración del Proyecto en Meses:

12 meses



2. Resumen del proyecto:

En el año 2010 el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales elaboró un perfil en el que se caracteriza el parque vehicular de Guatemala. En este documento se reflejan aspectos como el incremento considerable del parque vehicular, especialmente en el área metropolitana, generando congestión, ruido, emisiones de gases y partículas contaminantes. Universidad Galileo, ha experimentado con tecnologías eficientes en los últimos años para brindar solución a esta problemática ambiental y de esta forma fortalecer los programas de eficiencia energética y cambio climático impulsados por el gobierno de Guatemala, de tal forma que este proyecto pretende promover y validar los sistemas híbridos que incorporan hidrógeno y oxígeno al motor de combustión interna empleando un generador de alta eficiencia energética basado en la electrólisis del agua que produce gas oxhídrico. Este sistema híbrido de hidrógeno de alta eficiencia ha sido validado por la empresa Econovedades de España y Universidad Galileo. Esta tecnología será instalada en 10 motores de transporte público que emplean Diesel, con el propósito de disminuir hasta un 15% - 20 % el uso de combustible diesel y 30% - 38% las emisiones de gases contaminantes. Se espera obtener resultados satisfactorios que respalden la tecnología y lograr un impacto directo en 7200 habitantes de la región metropolitana que utilizan transporte público. De los equipos utilizados se encuentra será utilizada una sonda de medición de combustible y GPS desarrollada por la empresa Mobile Fleet la cual transmite en tiempo real el consumo de combustible, recorrido del vehículo, software para el monitoreo y un estudio estadístico para demostrar el ahorro de diesel, además de realizar las pruebas de emisiones gaseosas y obtener los resultados de la disminución de gases de combustión. El modelo de transporte sostenible de este proyecto puede adaptarse a la Ciudad de Guatemala y replicarse en diferentes ciudades del mundo.

Abstract

In 2010 the Ministry of Environment and Natural Resources developed a profile in which the vehicle fleet is characterized Guatemala. This document aspects Reflecting the substantial increase of the vehicle fleet, especially in the metropolitan area, creating congestion, noise, emissions of gaseous and particulate pollutants.

Galileo University, has experimented with efficient technologies in recent years to provide a solution to this environmental problem and the strengthen programs for energy efficiency and climate change by the government of Guatemala driven.

This project aims to promote and validate hybrid systems that incorporate hydrogen and oxygen to internal combustion engine using a high efficiency generator based on electrolysis of water to produce oxy-hydrogen gas.

This hydrogen hybrid system high efficiency is validated by the company new ecological of Spain and Galileo University. This technology will be installed in 10 engines Diesel employing public transport, with the aim of reducing up to 15% - 20% use diesel fuel and 30% - 38% the emissions of polluting gases. Satisfactory results are expected to support the technology and make a direct impact in 7200 inhabitants in the metropolitan area who use public transport. Equipment used is will be used a sensor Fuel and GPS developed by the company Mobile Fleet which transmits real-time fuel consumption, vehicle travel, software for monitoring and statistical study to demonstrate savings diesel, besides the testing of gaseous emissions and obtain the results of the flue gas decreased. The sustainable transport model of this project can be adapted to Guatemala City and replicate in different cities.



3. Experiencia de la Organización

El Instituto de Recursos Energéticos de Universidad Galileo, es reconocido a nivel nacional por el fortalecimiento y la promoción de las fuentes de energías renovables, la eficiencia energética, y la educación ambiental. Una de las estrategias es contribuir a la capacitación de profesionales relacionados con el campo de la energía que les permita actuar en el desarrollo sostenible de la matriz energética nacional, la investigación en tecnologías apropiadas para la gestión de la energía y eficiencia energética en los centros de consumo. Hoy se cuenta con la infraestructura necesaria para poder brindar el soporte técnico y profesional para el desarrollo de programas de estudio de alto nivel técnico y desarrollo científico.

El IRE tiene bajo su responsabilidad los siguientes programas académicos: Ingeniería en Sistemas Energéticos, Maestría en Energía Renovable y Maestría en Eficiencia Energética, en el área de servicios e investigación se tiene un equipo de profesionales y estudiantes colaboradores quienes trabajan en el campo de: análisis físico-químico de agua, análisis de emisiones de gases producto de la combustión de diesel, gasolina, diferentes especies de leña y biodiesel. Se están desarrollando nuevas investigaciones que tiene por objeto la implementación de sistemas eficientes de aprovechamiento de la energía como los son: instalación de sistemas solares térmicos para agua caliente en el área residencia y sistemas solares fotovoltaicos inyectados a la red para disminuir la factura eléctrica, estufas eficientes de bajo consumo de leña para áreas rurales, sistemas híbridos para el ahorro de diesel en automóviles y gas GLP en estufas domésticas y producción de biodiesel eficiente hecho a partir de aceites reciclados. El IRE divulga sus experiencias en seminarios y foros abiertos y en la Convención de Energía y Eficiencia Energética, evento posicionado en el gremio energético nacional con participación de las instituciones de gobierno, la empresa privada y sociedad en general.

4. Descripción narrativa del proyecto

4.1. Justificación:

La gran problemática que existe a nivel nacional por el uso de vehículos antiguos e ineficientes provocan un mayor consumo de combustible y cantidades de gases emitidos a la atmosfera, esto se puede decir que es uno de los principales causantes del deterioro ambiental en la Ciudad de Guatemala, además del gran crecimiento poblacional por la migración de habitantes en busca de mejores oportunidades a la ciudad.

Esto agregado el alza del precio del combustible fósil creando una crisis no solo energético sino económica y de salud a un país que se ve muy afectado donde existe una necesidad muy grande del uso del transporte público que en su mayoría se encuentran en un estado crítico a nivel mecánico y físico lo que significa que son motores muy ineficientes y que emites mas gases de combustión.

Esto a su vez tiene grandes consecuencias para la salud sobre todo a niños que necesitan más aire y a personas de tercera edad, ya que en diferentes puntos estratégicos por parte del MARN y la Universidad de San Carlos de Guatemala han realizado diferentes estudios de emisiones y dan resultados alarmantes por el alto tránsito de vehículos en donde las partículas en suspensión que sobrepasan los límites en 4 puntos según la OMS penetran en los pulmones y pueden llegar



al torrente sanguíneo causando cardiopatías, cáncer de pulmón, asma e infecciones respiratorias, casos extremos llegan a producir la muerte prematura en personas con enfermedades cardiovasculares.

Es por esto que es necesario un proyecto como este el cual disminuya el consumo de combustible diesel y que reduzca las emisiones GEI en el transporte público, Transmetro de la Ciudad de Guatemala en donde circulan un promedio de 180,000 usuarios diariamente utilizando combustibles alternativos que no contaminen como lo es el hidrógeno y poder desarrollar un proyecto el cual puede ser replicable no solo en Guatemala si no en un mundo donde se necesita ciudades más sanas, limpias, y menos consumistas de petróleo teniendo grandes ahorros económicos en un país.

Según el Plan Ciudad Guatemala 2020+ se deben realizar campañas de sensibilización y ser acompañados de una continuidad de los avances alcanzados hasta ahora en el mejoramiento, la modernización y el embellecimiento de la ciudad; así como de proyectos que hagan sostenible su desarrollo, y de programas municipales que mejoren las oportunidades de trabajo y las oportunidades de desarrollo para la juventud.

4.2. Línea base:

Transmetro es el sistema de transporte urbano organizado por la municipalidad de la ciudad de Guatemala, tiene dos ejes principales:

- **Servicio Transmetro Eje Sur:** brinda servicio a los usuarios provenientes del sur de la ciudad capital, este eje es de gran afluencia de personas, la última actualización indica que atienden 205,000 pasajeros por día. La flota cuenta con 81 buses articulados que realizan en promedio 10 recorridos diarios cada uno por una vía exclusiva que tiene 24 kilómetros de recorrido completo. Cada recorrido tiene una duración de 64 minutos y trabajan en horario de: 4.30 – 23.00 horas. Este eje funciona desde el año 2008 y se planifica que tenga conexión con el eje occidente de la capital que aún se encuentra en proceso de planificación.
- **Servicio Transmetro Eje corredor central:** brinda servicio a los usuarios que se desplazan por la ciudad con tres estaciones principales, considerados de gran movilidad en la ciudad: (1), la última actualización indica que atiende a 65 mil personas por día. La flota cuenta con 30 buses articulados. El Eje Corredor Central requiere actualmente de 45 minutos para dar una vuelta completa en una vía exclusiva que tiene 12.5 km y trabaja en horario: 5.00 – 22.00 horas. Este eje se ha construido en tres fases e inicio en el año 2010. Ahora se planifica una cuarta fase con conexión al norte de la ciudad.
- Transmetro es un sistema controlado por la municipalidad de la ciudad de Guatemala, a través de la Dirección de Movilidad Urbana, que tiene bajo su cargo la Empresa Municipal de Transporte. Para el funcionamiento recibe fondos del gobierno a través de un sistema denominado: FIDEMUNI que son fondos del gobierno central para apoyo a la Infraestructura y Transporte de la ciudad de Guatemala, los fondos son administrados por la Municipalidad quien recibe los desembolsos del Ministerio de Finanzas públicas del gobierno central, se tienen datos que el aporte oscila entre el 35 y 40 % por operación. La municipalidad realiza alianzas con empresas para alquiler de espacios de publicidad en las



vías, alquiler de locales, cobro de boletos a usuarios y donaciones externas para cubrir los costos de mantenimiento, operación y gasto de combustible.

- La flota de buses para los dos ejes es de 111 buses articulados, de los cuales 85 % corresponde a la municipalidad y el otro 15% son arrendados a la asociación de Transportistas de la ciudad de Guatemala (AEAU), los cuales deben seguir los reglamentos para la operación de las unidades de transporte.

En la ciudad de Guatemala existen tres grupos que son responsables del transporte urbano que circula en la ciudad capital.

- (1) **Transmetro**, funciona desde 2008. A cargo de la municipalidad de la ciudad de Guatemala, con vías exclusivas para circulación del transporte y con dos ejes principales de recorrido: Eje sur y eje central. El precio del pasaje es de 0.1 euro.



- (2) **SIGA**. (El Sistema Integrado Guatemalteco de Autobuses), el cual también es llamado: Transurbano, funciona desde 2011, este se encuentra a cargo de la Asociación de Empresarios de Autobuses Urbanos (AEAU), la cual se encuentra formada por empresarios privados y cuestionados por su trabajo por parte de la opinión pública. El precio del pasaje es de 0.110 euros.



- (3) Existe un tercer grupo de empresarios privados, y tienen rutas hacia los lugares que no cubren los sistemas Transmetro y SIGA. La mayoría de los empresarios privados de este sistema pertenecen a la organización AEUA o la Coordinadora Nacional de Transporte Urbano Departamental. Se estima que la cantidad de buses que circulan en la ciudad es de 2471, tienen cuotas para el usuario que oscilan entre: 0.2 a 0.5 euros





4.3. Objetivos y propósito del proyecto:

Objetivo General

Promover e integrar sistemas híbridos a base de agua y un generador HHO que produce gas oxhídrico, en el transporte colectivo público (Transmetro de la ciudad de Guatemala, buses) e instituciones que brindan servicios múltiples en la ciudad de Guatemala, para disminuir el consumo de combustible Diesel de estas unidades automotrices y las emisiones de los gases de efecto invernadero contaminantes de la atmósfera local.

Objetivos Específicos

1. Instalar un sistema híbrido HHO, en automotores que funcionan con combustible fósil Diesel, capaz de producir gas oxhídrico, mezcla de hidrógeno biatómico y oxígeno, permitiendo disminuir el consumo de combustible y los gases contaminantes a la atmósfera.
2. Demostrar que el generador HHO es una solución viable para el transporte, mejorando el proceso de combustión al incorporar gas oxhídrico al motor, logrando disminuir los gases contaminantes: CO (monóxido de carbono), CO₂ (Dióxido de Carbono), SO₂ (Dióxido de azufre), NO_x (óxidos de nitrógeno), eficiencia de O₂ (Oxígeno) y material particulado.
3. Evaluar y monitorear el consumo diario y mensual de combustible Diesel de los automotores con sistemas híbridos HHO, por medio de un sensor en el tanque de combustible para obtener un registro histórico y automático que permita evidenciar la disminución de combustible Diesel.
4. Divulgar los resultados obtenidos del uso de sistemas híbrido HHO en el transporte, a las instituciones públicas y privadas, que poseen unidades automotrices que emplean combustible fósil Diesel, exponiendo los beneficios ambientales, la operación y mantenimiento del sistema y el ahorro de energético que se obtiene al instalar sistemas híbridos eficientes.
5. Coordinar con las instituciones públicas que tienen relación con la energía e instituciones de servicio social y ambiental las estrategias necesarias para que automóviles y camiones de modelos no recientes, hasta el año 2008 por lo menos, adquieran y utilicen sistemas híbridos para lograr la disminución de uso de combustible fósil y emisiones gaseosas en el territorio guatemalteco.

4.4. Resultados del proyecto e indicadores:

Demostrar la utilidad de esta tecnología apropiada de sistemas de HHO y atomización de agua ionizada en 8 unidades del transporte público, social y privado que circula en la ciudad en donde los motores ineficientes y antiguos puedan ser más eficientes y el ahorro de combustible y disminución de gases contaminantes. Al final del proyecto se busca que los actores beneficiados confíen en la tecnología y establecer acuerdos de cooperación mutua con el Instituto de Recursos Energéticos de Universidad Galileo.



Diseñar un programa informático de control de la eficiencia de los sistemas híbridos, midiendo la baja de emisiones, ahorro de combustible y recorridos.

Consolidar un grupo de trabajo permanente, (gobierno, municipalidad, empresarios privados del transporte urbano y empresarios de transporte de carga), para desarrollar mesas de diálogo, conferencias, control de emisiones que generen: conocimiento sobre los sistemas híbridos, inversión de los bancos locales en los sistemas para terceros interesados y promoción de los sistemas híbridos.

CÁLCULO QUE DEMUESTRA EL POTENCIAL DE EVITAR EL USO DE COMBUSTIBLES FÓSILES Y LAS EMISIONES DE CO₂ (COMPARACIÓN).

COMBUSTIBLE	CO ₂ combustión completa (kg de CO ₂ /kg)	Poder calorífico (kJ/kg)	Rendimiento (km/kg)	Emisiones relativas (g de CO ₂ /km)
Gasolina	3.16	43100.00	23.47	134.64
Diesel	3.17	43200.00	19.19	165.16
H ₂	0.00	120100.00	65.40	0.00
Mezcla: Diesel (90%) + H ₂ (10%)	2.84	50800.00	27.66	102.81

Nota: estos valores fueron determinados para una combustión completa, no se toma en cuenta las emisiones de CO y las pérdidas de energía en esos casos.

Modelo de Estimación y comparación al introducir el sistema HHO en una unidad de transporte

Unidad de Transporte público metropolitano (Ciudad de Guatemala): TRANSMETRO Eje Sur (Paradas continuas):

Distancia total de la ruta: **20km**

Velocidad promedio: **30km/h**

Horario de servicio: lunes a viernes (04:30 – 22:00), sábado y domingo (05:00 – 20:00)

Tiempo de servicio (promedio): **16.79 h/día**

Distancia diaria: **$(30\text{km/h}) \cdot (16.79\text{h/día}) = 503.7\text{km}$**

Emisiones estimadas por kilómetro (Diesel): **165.16g de CO₂/km**

Emisiones estimadas por kilómetro (Mezcla: Diesel 90% + H₂ 10%): **102.81g de CO₂/km**

Emisiones estimadas por día (Diesel): **83.191kg de CO₂/día**

Emisiones estimadas por día (Mezcla: Diesel 90% + H₂ 10%): **51.397kg de CO₂/día**

Reducción porcentual diaria de emisiones (Mezcla: Diesel 90% + H₂ 10%): **38.22%**

Tiempo de medición: **90días (1 trimestre de estudio experimental)**

Emisiones estimadas en 90 días (Diesel): **7487.19kg de CO₂**

Emisiones estimadas en 90 días (Mezcla: Diesel 90% + H₂ 10%): **4625.73kg de CO₂**

Reducción estimada en 90 días (Mezcla: Diesel 90% + H₂ 10%): **2861.46kg de CO₂**



4.5. Actividades del Proyecto y Metodología:

1. Selección de los 8 vehículos de transporte público, distribuidos de la siguiente forma: 7 buses del Transmetro y 1 bus del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – MARN-.
2. Realizar el diagnóstico de gasto de combustible, emisiones de gases, kilometraje, condiciones del motor y sistemas auxiliares de inyección de combustible y rutas diarias de las unidades,
3. Mantenimiento de las 8 unidades e inducción de tecnología HHO al personal de las instituciones y empresas participantes.
4. Compra de equipamiento según las especificaciones técnicas obtenidas y resultados del diagnóstico.
5. Instalación del sistema de medición de consumo de combustible para poder tener un rendimiento del vehículo sin el sistema de ahorro de combustible.
6. Realizar los análisis de gases de combustión a los vehículos que fueron escogidos para la instalación
7. Instalación de la tecnología HHO en las 8 unidades por parte del personal del proyecto.
8. Realizar el monitoreo de las unidades de transporte y ajuste de equipo completo HHO.
9. Monitoreo del consumo de combustible y registro histórico mensual por 6 meses.
10. Monitoreo de las emisiones gaseosas y registro histórico mensual por 6 meses
11. Divulgar los resultados en la página electrónica habilitada para este proyecto.
12. Realizar los protocolos de trabajo de operación y mantenimiento del sistema.
13. Divulgar los resultados ante las instituciones de gobierno, asociaciones y empresas, interesadas en adquirir la tecnología.



4.6. Marco Lógico: Elabore un marco lógico para el proyecto utilizando el siguiente formato:

Resumen Narrativo	Indicadores Verificables	Medios de Verificación	Supuestos
<p>Fin Disminución de gases contaminantes producto de la combustión Diesel en motores de combustión interna y ahorro de combustible diesel en el transporte público en la ciudad de Guatemala</p>	<p>Recorrido diario de las unidades: km Tiempo de recorrido diario de las unidades: minutos</p> <p>Velocidad promedio diario de las unidades: km /min (valor tomado cada 10 minutos)</p> <p>Emisiones de gases de combustión a la atmósfera por consumo de mezcla de Diesel y HHO por día: Y g de CO₂/km, Y CO/km, Y SO₂/km , Y/NOx/km</p> <p>Emisiones emitidas por mes por N km Y g de CO₂/mes Y CO/mes, Y SO₂/mes , Y/NOx/mes Carbonilla: % PM₁₀</p> <p>Eficiencia de Oxígeno día - mes en la combustión por mezcla de Diesel – HHO: % O₂ (Relación aire – combustible) Poder calorífico del Combustible: J/kg.</p> <p>Consumo de combustible por día - mes: Galones Diesel /día Galones Diesel/mes Ahorro de combustible por día- mes Quetzales/día Quetzales/mes</p>	<p>Tablas de registro estadístico de los resultados diarios y mensuales.</p> <p>Medidores automáticos de consumo GPS de combustible, introducidos en el tanque de combustible para obtener datos en tiempo real.</p> <p>Analizadores de gases de combustión medidas obtenidas en el inicio y al final del día.</p> <p>Bomba calorimétrica para obtención de poder calorífico del Diesel empleado.</p> <p>Estudio de la carbonilla para evidenciar PM10 por método gravimétrico manual</p>	



<p>Propósito Demostrar el ahorro de diesel y la disminución de GEI utilizando los sistemas híbridos que funcionan a base de agua y diesel.</p>	<p>Recorrido diario de las unidades: km Tiempo de recorrido diario de las unidades: minutos</p> <p>Velocidad promedio diario de las unidades: km /min</p> <p>Valores de emisiones de gases y consumo antes de la instalación X después de la instalación Y de los sistemas HHO: Emisiones de gases de combustión a la atmósfera por consumo de mezcla de Diesel y HHO por día: X - Y g de CO₂/km, X - Y CO/km, X - Y SO₂/km , X- Y /NO_x/km</p> <p>Emisiones emitidas por mes por N km X - Y g de CO₂/mes X - Y CO/mes, X - Y SO₂/mes , X - Y /NO_x/mes Carbonilla: % X - Y PM10</p> <p>Eficiencia de Oxígeno día - mes en la combustión por mezcla de Diesel - HHO: % O₂ (Relación aire - combustible X - Y) Poder calorífico del Combustible: J/kg. (X - Y)</p> <p>Consumo de combustible por día - mes: X - Y Galones Diesel /día X - Y Galones Diesel/mes X - Y Ahorro de combustible por día- mes X - Y quetzales/día X - Y Quetzales/mes</p>	<p>Tablas de registro estadístico de los resultados mensuales que demuestran que los datos X antes de la instalación de los sistemas HHO son mayores que los valores Y después de la instalación de los sistemas HHO.</p>	<p>Capacitación del personal de transporte público, pilotos, ayudantes, mecánicos para que siempre esté funcionando de la manera más eficiente los sistemas</p>
---	--	---	---



<p>Productos Solución a la contaminación de grandes ciudades y la dependencia del petróleo con sistemas híbridos que funcionan con agua como combustible para transporte público, vehículos individuales, transporte pesado de todas las ciudades del mundo.</p>	<p>Presentación de los resultados verificables antes instituciones públicas y privadas en 2 exposiciones con un público mínimo de 200 participantes.</p> <p>1 Presentación de los resultados para su comprobación ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para tramitar el sello de competitividad sostenible.</p> <p>Relación con 1 empresa privada como mínimo para participar en acuerdo voluntario de producción más limpia AVP+L.</p>	<p>Informes trimestral, semestral y anual de las actividades realizadas en el proyecto, los resultados obtenidos, anexos fotográficos, videos demostrativos de la instalación y el uso de los sistemas a instalar en las 2 exposiciones.</p> <p>Presentación de la página web de Universidad Galileo para dar seguimiento a los avances del proyecto.</p>	<p>Contar con el presupuesto en el tiempo indicado para poder tener todo el equipo instalado en los meses indicados según el cronograma de trabajo presentado.</p>
<p>Actividades 1. Selección de los 8 vehículos de transporte público 2. Realizar el diagnóstico de gasto de combustible, emisiones de gases, kilometraje, condiciones del motor y sistemas auxiliares de inyección de combustible y rutas diarias de las unidades, 3. Mantenimiento de las 8 unidades e inducción de tecnología HHO al personal de las instituciones y empresas participantes. 4. Compra de equipo según las especificaciones técnicas obtenidas y resultados del diagnóstico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 7 unidades de la Municipalidad y 1 unidad del MARN - Monitoreo de 1 mes de 2 unidades para evaluar: Recorrido(km), tiempo de recorrido (min - h), velocidad promedio (km /min) - 2 buses evaluados en Emisiones de gases de combustión a la atmósfera :Y g de CO₂/km, Y CO/km, Y SO₂/km , Y/NO_x/km, Carbonilla: % PM10 - 1 Resultado del monitoreo mensual publicado en página electrónica de 2 buses 	<ul style="list-style-type: none"> - Reunión de Municipalidad, MARN y Universidad para seleccionar el transporte. - Instalación de: sonda de combustible y GPS. - Dos mediciones de gases emitidos en ruta. - Adquisición de sistema HHO, placa de expansión, atomizador de agua. 	<p>MARN, Municipalidad de Guatemala, Universidad</p>



<p>5. Instalación del sistema de medición de consumo de combustible</p> <p>6. Realizar los análisis de gases de combustión a los vehículos que fueron escogidos para la instalación</p> <p>7. Instalación de la tecnología HHO en las 8 unidades por parte del personal del proyecto.</p> <p>8. Realizar el monitoreo de las unidades de transporte y ajuste de equipo completo HHO.</p> <p>9. Monitoreo del consumo de combustible y registro histórico mensual.</p> <p>10. Monitoreo de las emisiones gaseosas y registro histórico mensual.</p> <p>11. Divulgar los resultados en la página electrónica habilitada para este proyecto.</p> <p>12. Realizar los protocolos de trabajo de operación y mantenimiento del sistema.</p> <p>13. Divulgar los resultados ante las instituciones de gobierno, asociaciones y empresas, interesadas en adquirir la tecnología.</p>	<ul style="list-style-type: none">- 1 Charla de inducción a los conductores, jefes inmediatos y personal de mantenimiento de transporte sobre los sistemas HHO.- 1 Grabación de la instalación del sistema HHO en una unidad automotriz.- 8 meses de monitoreo de ahorro de combustible y variables de eficiencia de uso de combustible y emisiones.- 8 Presentaciones de los resultados mensuales del ahorro de combustible y emisiones, publicado en página electrónica.- 2 Presentaciones de los resultados verificables antes instituciones públicas y privadas.- 1 Presentación de los resultados para su comprobación ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para lograr el sello de competitividad sostenible.- 1 relación de interés con 1 empresa privada como mínimo para participar en acuerdo voluntario de producción más limpia AVP+L.	<ul style="list-style-type: none">- Habilitar con el equipo técnico de la Universidad el espacio electrónico para monitoreo y publicaciones periódicas.- 1 reunión semanal para verificar el avance del proyecto y cumplimiento de funciones.- Tramitar el seguro del automóvil por fallas mecánicas con Aseguradora nacional guatemalteca.- Organizar las conferencias de resultados en el 5to y 10mo mes.- Identificar alianzas y empresas de interés.- Presentación de resultados ante el MARN para acreditar la tecnología.	
--	---	--	--



4.7. Cronograma / Plan de Trabajo:





Plan de Trabajo																			
Actividad	Producto	Meses												Responsable	Indicador	Presupuesto			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Fondos OEA	Co-Finan.	Total (US\$)	
1. Selección de 8 vehículos de transporte público e instalación de sistemas HHO																			
1.1 Inducción de tecnología HHO al personal de las instituciones participantes.	Exponer el resultado del rendimiento de los autos y uso de la tecnología HHO	X													MARN, Municipalidad de Guatemala IRE, Altereco21	-1 charla de aplicación HHO -1 Seguro de transporte contra fallas del motor	2344.00	327.50	2671.50
1.2 Mantenimiento vehículos Servicio de motor y repuestos	Diagnóstico de las condiciones del transporte	X	X				X			X	X				MARN, Municipalidad de Guatemala IRE, Altereco21	1 Registro de diagnóstico o técnico de las 8 unidades. 1 Prueba de motor	834.00	11,500.00	12,334.00
1.3 Compra de equipamiento según las especificaciones técnicas obtenidas del motor Diesel	Obtener tecnología HHO	X	X												Altereco21, Instituto de Recursos Energéticos	8 equipos HHO completos	21,490.00	13,700.00	35,190.00
1.4 Instalación de equipo de medición de consumo de combustible y GPS.	Obtener los consumos de combustible y recorrido		X	X											Instituto de Recursos Energéticos Altereco21	Mediciones del consumo de Diesel en 8 unidades	1234.00	2,700.00	3934.00



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1.5 Instalación de tecnología HHO en 2 unidades de transporte	Instalación de sistema de HHO, atomizador de agua			X										Instituto de Recursos Energéticos + Altereco	2 Sistema HHO instalados sin fallas		3,200.00	3,200.00
1.6 Compra de equipos de medición y análisis de gases.	Obtener equipos de monitoreo			X										Instituto de Recursos Energéticos	Medidor de gases y material de combustión	5,000.00		5000.00
1.6 Instalación de tecnología HHO en 6 unidades de transporte	Instalación de sistema de HHO, atomizador de agua				X									Instituto de Recursos Energéticos + Altereco	6 sistemas HHO instalados sin fallas	834.00		834.00
2. Realizar el monitoreo de combustible y gases emitidos a la atmósfera.																		
2.1 Realizar el monitoreo de las unidades de transporte y ajuste de equipo completo	Realizar los ajustes necesarios para lograr la máxima eficiencia				X									Instituto de Recursos Energéticos + altereco 21	1 Presentación de los resultados del funcionamiento del sistema HHO		1,045.00	1,045.00
2.2 Monitoreo del consumo de combustible y registro histórico mensual	Registrar el consumo diario y por trimestre					X	X	X	X	X	X			Instituto de Recursos Energéticos	Resultados mensuales de ahorro de combustible en página electrónica Galileo.	5,604.00	4,000.00	9,604.00



2.3 Monitoreo de las emisiones gaseosas y registro histórico mensual	Registrar el consumo diario y por trimestre					X	X	X	X	X	X			Instituto de Recursos Energéticos	Resultados de las emisiones de gases de combustión en página electrónica Galileo.		10,000.00	10,000.00
2.4 Prueba de análisis fisicoquímico de aceite lubricante	Tener un análisis FQ del aceite del motor.									X	X			IRE	Tener los resultados reales donde se demuestre que no existe un desgaste físico en el motor de una unidad.	500.00	700.00	1,200.00
2.5 Divulgar los resultados en la página electrónica habilitada para este proyecto y material publicitario.	Mostrar datos estadísticos y resultados de utilizar el HHO					X	X	X	X	X	X	X		IRE, Municipalidad de Guatemala, MARN	Publicaciones en , redes sociales, página electrónica Universidad Galileo	150.00	2,500.00	2,650.00
2.6 Realizar los protocolos de trabajo de operación y mantenimiento del sistema.	Presentar resultados del sistema HHO , costos y protocolos de operación y mantenimiento.												X	IRE, Altereco21	Protocolos físicos e impresos para el mantenimiento de los sistemas		327.50	327.50



2.7 Establecer reuniones con instituciones estatales y privados para promover los equipos	Promoción de la tecnología HHO										X	X	X				2010.00		2010.00
2.8 Validar la tecnología	Lograr sello de sostenibilidad										X	X	X						
Total:																40,000.00	50,000.00	90,000.00	

Monitoreo y Evaluación:



El monitoreo del funcionamiento de los equipos se realizará por medio de la sonda de combustible y GPS la cual nos indicará en tiempo real y la cual nos proporciona tablas de resultados para sobre el recorrido del vehículo de una manera autónoma.

Estas mediciones se realizarán de la siguiente manera.

1. Los Transmetro y transporte colectivo proporcionados por la Municipalidad de Guatemala y MARN se les instalará en los meses 2 y 3 el equipo de medición de combustible para tener los datos reales del consumo y poder tener un rendimiento de distancias recorridas por galón de diesel consumido (km/galón), además se debe iniciar con las pruebas de gases de combustión para cada una de las unidades. Esta medición es necesaria antes de la instalación del sistema híbrido.
2. Se instalará el equipo de hidrógeno a las diez unidades de transporte público en los meses 3 y 4 e iniciar con un registro histórico del ahorro de combustible y la disminución de los gases de combustión.
3. Realizar una tabla comparativa y gráficas de distancias recorridas vrs consumo de combustible de las pruebas realizadas sin equipo de hidrógeno y con el equipo ya instalado en las 8 unidades.
4. Realizar una tabla comparativa y gráficas que demuestran la disminución de gases CO, CO₂, NO_x, SO_x, O₂ y eficiencia de combustión sin equipo de hidrógeno y con el equipo de hidrógeno ya instalado.
5. Se realizarán los ajustes necesarios en los equipos para que se pueda tener un mejor rendimiento según las pruebas realizadas anteriormente. Se desarrollará un manual de instalación ilustrado para la promoción del equipo HHO el cual se divulgará en la página electrónica de Universidad Galileo.
6. Crear un registro histórico del mes 5 al mes 10 del consumo de combustible y recorridos de los vehículos proporcionados por el software de medición automático de consumo de combustible. Este sistema proveerá toda la información en tiempo real utilizando un GPS satelital que nos proporciona los consumos en la computadora del laboratorio del IRE. Para el cual se realizara mensualmente tablas de comparación y graficas que demuestran el ahorro de diesel en las unidades de transporte.
7. Crear un registro histórico para la medición los gases de combustión de los meses 5 al 10, por medio de un analizador de gases y material particulado. Para este caso se realizaran todas las mediciones de gases, tablas y gráficas de resultados que puedan ser respaldados donde se demuestra la reducción de emisiones de combustión revisado y avalado por el ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN.
8. Realizar análisis fisicoquímico del aceite que permitan verificar que el motor no ha sufrido desgaste por la implementación de la tecnología HHO, utilizando hidrógeno + diesel como combustible.



CÁLCULO QUE DEMUESTRA EL POTENCIAL DE EVITAR EL USO DE COMBUSTIBLES FÓSILES Y LAS EMISIONES DE CO₂ (COMPARACIÓN).

Método de cálculo

Datos de entrada:

[CO₂ combustión completa combustible fósil (kg de CO₂/kg)]

[Poder calorífico combustible fósil (kJ/kg)]

[Poder calorífico hidrógeno (kJ/kg)] = 120100.00kJ/kg

[Rendimiento de motor para combustible fósil (km/kg)]

[Porcentaje de hidrógeno en mezcla (%)]

Mezcla de hidrógeno:

$$\left[\text{CO}_2 \text{ combustión completa mezcla } \left(\frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kg}} \right) \right] = \left(1 - \frac{[\text{Porcentaje de hidrógeno en mezcla (\%)}]}{100} \right) \cdot [\text{CO}_2 \text{ combustión completa combustible fósil (kg de CO}_2/\text{kg)}]$$

$$\left[\text{Poder calorífico mezcla } \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) \right] = \left(1 - \frac{[\text{Porcentaje de hidrógeno en mezcla (\%)}]}{100} \right) \cdot \left[\text{Poder calorífico combustible fósil } \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) \right] + \left(\frac{[\text{Porcentaje de hidrógeno en mezcla (\%)}]}{100} \right) \cdot [\text{Poder calorífico hidrógeno (kJ/kg)}]$$

$$\left[\text{Rendimiento de motor para mezcla } \left(\frac{\text{kg}}{\text{km}} \right) \right] = \frac{\left[\text{Rendimiento de motor para combustible fósil } \left(\frac{\text{km}}{\text{kg}} \right) \right]}{\left[\text{Poder calorífico combustible fósil } \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) \right]} \cdot [\text{Poder calorífico mezcla (kJ/kg)}]$$

$$\left[\text{Emisiones relativas combustible fósil (g de CO}_2/\text{km)} \right] = \frac{[\text{CO}_2 \text{ combustión completa combustible fósil (kg de CO}_2/\text{kg)}]}{\left[\text{Rendimiento de motor para combustible fósil (km/kg)} \right]} \cdot (1000\text{g/kg})$$

$$\left[\text{Emisiones relativas mezcla (g de CO}_2/\text{km)} \right] = \frac{[\text{CO}_2 \text{ combustión completa mezcla (kg de CO}_2/\text{kg)}]}{\left[\text{Rendimiento de motor para mezcla (kg/km)} \right]} \cdot (1000\text{g/kg})$$

Cálculos para vehículo, datos de entrada:

[Distancia recorrida por ruta (km)]

[Velocidad promedio (km/h)]

[Tiempo de operación diario (h/día)]

[Tiempo de medición (días)]

$$[\text{Distancia diaria (km/día)}] = [\text{Velocidad promedio (km/h)}] \cdot [\text{Tiempo de operación diario (h/día)}]$$

$$[\text{Emisiones diarias (g de CO}_2/\text{día)}] = [\text{Emisiones relativas (g de CO}_2/\text{km)}] \cdot [\text{Distancia diaria (km/día)}]$$

[Reducción porcentual diaria]

$$= 100\%$$

$$\frac{[\text{Emisiones diarias combustible fósil (g de CO}_2/\text{día)}] - [\text{Emisiones diarias mezcla (g de CO}_2/\text{día)}]}{[\text{Emisiones diarias combustible fósil (g de CO}_2/\text{día)}]}$$

$$[\text{Emisiones (g de CO}_2/\text{día)}] = [\text{Emisiones diarias (g de CO}_2/\text{día)}] \cdot [\text{Tiempo de medición (días)}]$$



EJEMPLO

COMBUSTIBLE FOSIL: Diesel y Gasolina

COMBUSTIBLE	CO ₂ combustión completa (kg de CO ₂ /kg)	Poder calorífico (kJ/kg)	Rendimiento de motor (km/kg)	Emisiones relativas (g de CO ₂ /km)
Gasolina	3.16	43100.00	23.47	134.64
Diesel	3.17	43200.00	19.19	165.16
H ₂	0.00	120100.00	65.40	0.00
Mezcla: Diesel (90%) + H ₂ (10%)	2.85	50800.00	27.66	102.81

Nota: estos valores fueron determinados para una combustión completa, no se toma en cuenta las emisiones de CO y las pérdidas de energía en esos casos.

4.8. Sensibilidad de Género e Inclusión de la Comunidad:

Los sistemas híbridos promueve una solución a la problemática de grandes concentraciones de gases emitidos por el transporte público, taxis, vehículos en mal estado, transporte pesado entre otras, que circulan en la ciudad de Guatemala, esta problemática no es solo de un país es lo que día a día en grandes ciudades del mundo ocasiona contaminación, enfermedades para los habitantes de la ciudad, gases de efecto invernadero, lluvia ácida, cambio climático, calentamiento global, entre otras.

Según la OMS disminuyendo el consumo de combustible fósil, esto ocasionaría una reducción de partículas en suspensión menores a 10 micras, que en ciudad de Guatemala se encuentra en 66 mcg/m³ de PM₁₀ se disminuye al máximo permisible de 20 mcg/m³ lo que equivale a la reducción de un 15% de la mortalidad en Guatemala. Teniendo en cuenta todo esto es necesario realizar campañas de promoción y divulgación de los sistemas híbridos los cuales puedan ser respaldados por los grandes resultados obtenidos de las diez unidades instaladas.

El objetivo de promocionar los sistemas híbridos durante el proyecto, es que otras empresas se interesen y puedan participar invirtiendo el valor del sistema. Para el IRE será importante formar un grupo de diálogo permanente durante el proyecto, que verifique y promueva la tecnología. El IRE impulsará el proyecto a través de conferencias bimensuales y promoción a través de sus redes sociales y el centro de información institucional de Universidad Galileo para atraer personas interesadas en invertir en la tecnología.

Consolidar un grupo de trabajo permanente, (gobierno, municipalidad, empresarios privados del transporte urbano y empresarios de transporte de carga. Presentar los resultados obtenidos en el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), para que dentro de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) que revisan de las diferentes empresas del país, sugieran a estas empresas la inclusión de la tecnología HHO como opción viable a recomendar en sus planes de mitigación por uso de transporte masivo por daños permanentes al ambiente del territorio nacional.

Como se menciona en la justificación los más afectados por ciudades contaminadas por los gases de combustión son los niños y personas de la tercera edad sin importar el género, además de los 180,000 usuarios que diariamente utilizan el transporte público.

4.9. Composición del Equipo y Asignación de Tareas:

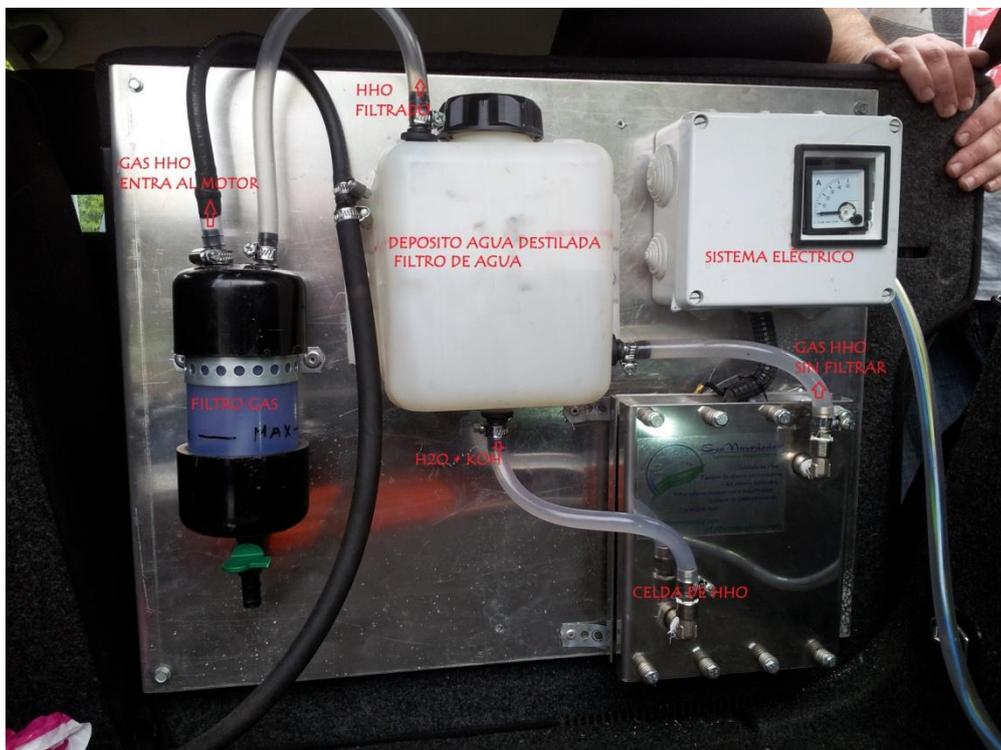
Al momento que hablamos de convertir un vehículo convencional a híbrido esto es posible con un equipo desarrollado en España y Uruguay por medio de la empresa ECONOVIDADES la cual tiene una gran experiencia en instalar sistemas híbridos en diferentes partes del mundo como España, Chile, Uruguay, México y Centroamérica.

El equipo que se instalara para motores de 10,000cc a 17,000cc cuenta con los siguientes dispositivos.

Las últimas tendencias entre los investigadores más reputados en el marco del HHO indican que por cada 1000 cc se deben inyectar alrededor de 1/8-1/4 de litro por minuto (LPM) de hho. Por lo tanto, para un motor de un bus de unos 6000cc deberíamos inyectar 1,5 LPM de HHO como máximo. Uno de los grandes pioneros del HHO, Yull Brown demostró que en un litro de agua hay 1860 litro de gas HHO, por lo tanto quiere decir que con un litro de agua podríamos alimentar el mencionado bus por unos 1200minutos que son unas 20horas, independientemente de la velocidad o distancia recorrida

Funcionamiento del equipo HHO en un Vehículo motor diesel de 15,000cc

A continuación se detalla los pasos para la instalación del equipo de hidrógeno y el funcionamiento del mismo en el motor.



Celda HHO



La celda de HHO es la encargada de separar el hidrógeno y oxígeno del agua destilada, por medio de la electrolisis, ingresa el agua mezclada con hidróxido de potasio que proviene del depósito el cual entra a las placas de acero inoxidable en donde por medio de corriente eléctrica (proveniente de la batería del vehículo) se separa las moléculas de hidrógeno y oxígeno HHO del agua.

Sistema Eléctrico

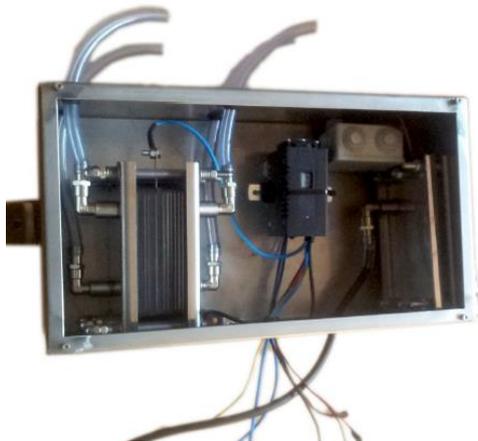
El sistema eléctrico incluye las protecciones y aislantes necesarios para el equipo. Es necesario hacer conexiones en la batería para obtener la corriente necesaria para producir el HHO al igual que debe ser conectado a la bomba de combustible para que el sistema de HHO solo funcione al momento que este encendido el motor del vehículo.

Filtro de Agua:

Es necesario tener un filtro de agua para eliminar impurezas del gas de HHO como jabón, luego de pasar el gas en el filtro y por último ingresa a la admisión del motor en donde se quema en la cámara de combustión.

Depósito de Agua:

Este depósito de 20 litros es donde se realiza la mezcla de agua destilada e hidróxido de sodio, al igual que funciona como filtro para el gas de HHO así eliminar jabones e impurezas que no se desean que entren el motor.



KIT de HHO para motores de hasta 17,000cc (Sistema de Control): control automático para poder regular la frecuencia, voltaje y corriente y así poder tener una mejor autonomía en el sistema ya que trabaja produciendo más HHO con menor corriente de la batería.

combustible diesel.

Equipo de HHO y atomización de agua en un Trailer DE 15,000CC de la empresa Guatemalteco de combustible DON ARTURO, Ahorrando un 25%





Tráiler empresa DON ARTUTO que se instaló el sistema de HHO y atomización de agua obteniendo increíbles resultados en ahorro de combustible y bajando las emisiones de gases de combustión.

Estas tecnologías no es algo nuevo tiene más de 200 años de existir, claros ejemplos son Alemania utilizaba el hidrógeno como combustible introduciendo en los motores por la entrada de aire y quemarlo junto al gasoil donde aumento su rendimiento en 25%. Al igual que Inglaterra que utilizaba esta tecnología en sus tanques y botes para aumentar su autonomía y enfriamiento del motor. En Guatemala empresa conocida mundialmente como la Cervecería Centroamericana S.A. ha obtenido resultados en sus camiones de repartición consiguiendo grandes ahorros de hasta el 30% del consumo de combustible. Al igual que se realizó un análisis físico-químico del aceite quemado de motor en donde nos indican que no tienen ningún desgaste físico ni corrosivo en las partes mecánicas del motor.



4.10. CV del Personal Propuesto:

Nombre	Especialidad	Actividad a su cargo
Judith Díaz Cabrera	Ingeniera Nuclear	Protocolo de trabajo, verificación de resultados y redacción de tablas, datos estadísticos y estudios termoenergéticos.
Cristian Guzmán	Licenciado en Física	Protocolos de medición y trabajo (medición de gases), redacción de resultados, encargado de capacitación y sensibilización, contacto con el sector público, privado y social.
Luis Rodríguez	Ingeniero en Sistemas Energéticos. Técnico en Automatización y Mectrónica	Especialista en sistemas híbridos, instalación, capacitación y mantenimiento de equipos. Especialista en sistemas de medición de combustible y GPS, instalación, mantenimiento de equipos. Medición de sistema de combustible mensual.
Lourdes Socarras	Ingeniera Termo-energética	Protocolos de Trabajo y mediciones, balances termoenergéticos y medición de los rendimientos de cada equipo. Medición de gases de combustión y redacción de informes. Encargada y delegada de promoción y publicidad de los sectores público, privado y social. Mediciones de consumo de combustible y redacción de informes y resultados.
Edgar Miranda	Ingeniero en Sistemas Energéticos	Técnico instalador en sistemas de HHO. Técnico instalador en sistemas de medición de combustible. Técnico instalador en sistemas GPS satelital. Medición de consumo de combustible. Redacción de informes y



William Faggiani	Ingeniero Químico	resultados del proyecto. Medición de gases de combustión. Calculos térmicos y medición de eficiencia. Protocolo y metodología de implementación, medición y resultados por métodos termo energéticos. Medición de eficiencia de equipos teóricos y prácticos. Redacción de informes y resultados.
Gabriel Abad	Técnico de campo	Técnico instalador de sistemas de HHO. Técnico instalador de sistemas de medición de combustible. Técnico instalador de sistemas eléctricos.

Resumen de Hoja de Vida del equipo del proyecto.

**Datos personales:**

Nombre: **Judith Díaz Cabrera.**

Fecha de nacimiento: 18 de octubre del 1971.

Lugar de nacimiento: La Ciudad de la Habana, Cuba.

Residencia: Guatemala.

Dirección particular: Km 17.5 Carretera a El Salvador Arrazola III, lote 41 "B". Ciudad de Guatemala.

Teléfono: 2423-8000 Ext: 7323. Teléfono celular: (502) 54037852

Estado Civil: Casado.

Formación profesional:

Ingeniera Nuclear (1989-1994), graduada del ISCTN, Instituto superior de ciencias y tecnología nuclear.Habana, Cuba.

Experiencia profesional:

- (1994 – 1995). Técnico en eficiencia energética en la Termoeléctrica Santa Cruz del Norte, Cuba.
- (1995 – 1999). Gerencia de área técnica y generación en Grupo Nacional de Refrigeración y Calderas. Cuba.
- (1999 -2004). Gerencia de Multipro / Empresa de Canadá en Cuba de servicios técnicos.
- Desde 2004. Directora del Instituto de Recursos Energéticos de Universidad Galileo.



Datos personales:

Nombre: **Lourdes Socarras Mérida**

Fecha de nacimiento: **20 de octubre de 1971**

Lugar de nacimiento: La Ciudad de la Habana, Cuba.

Residencia: Guatemala

Dirección particular:

Km 17.5 Carretera El Salvador Arrazola III Lote 41 B,
Ciudad Guatemala

Teléfono: 2423-8000 Ext: 7319. Teléfono celular: (502) 56491106

Formación profesional:

Ingeniería Mecánica	ISPJAE	1989 - 1994
Diplomado de Administración Comercial	ESCS CUBALSE	2003 - 2004
Diplomado en Planificación Energética	Univ. Galileo-OLADE	2010

Experiencia profesional:

- **(1994 – 1997)** Grupo de Inversiones BIOTECNOLOGIA. Supervisora de las instalaciones termo energéticas: redes de vapor, sala de calderas, gases industriales, sistemas hidrónicos de climatización centralizada para confort y especializada para salas blancas; y refrigeración industrial. Habana Cuba.
- **(1997 -2001)** Inverco – Cubalse. Supervisión y montaje de sistemas de climatización de confort y refrigeración comercial. Habana, Cuba.
- **(2002 – 2008)** Supervisión de servicios de reparación de los vagones de pasajeros y carga de los ferrocarriles nacionales, Habana, Cuba.
- **2008 en Adelante:** Coordinación de los programas académicos del Instituto de Recursos Energéticos de Universidad Galileo. Guatemala.
- **Investigadora de proyectos de Energía Renovable y eficiencia energética.**
 - “Estudio sobre energías renovables y mercado laboral, entre universidades, sector publico privado en Guatemala”, Equipo Técnico Proyecto JELARE, 2009.
 - “Plan Estratégico, 2010-2012 Construcción de Capacidades en Energía Renovable”, EquipoTécnico Proyecto JELARE, 2010.
 - “Estudio de prefacibilidad de las potencialidades energéticas de las microalgas, en el Lago Amatitlán”, Informe Final, 2010.



Datos personales

Nombre: William Eduardo Fagiani Cruz

Fecha de Nacimiento: 17 de marzo de 1987

Código único de identificación: 1588105110101

Estado Civil: Soltero

Teléfono: 22882594

Formación Profesional:

Licenciatura en Ingeniería Química

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería,

Escuela de Ingeniería Química

Colegiado número: 1734

Otros Estudios

- Capacitación: Desarrollo de capacidades para el uso y evaluación de sistemas de gestión ambiental (ISO 14001).
- Programa de USAID de excelencia ambiental y laboral para CAFTA-DR. Guatemala 2009 – 2010.

Experiencia profesional:

- Profesor titular de los cursos de Termodinámica aplicada. Universidad Galileo. Facultad de Ingeniería.
- Profesor titular del Laboratorio de Física-química. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.



Datos personales

Nombre: Cristian Fernando Guzmán

Fecha de nacimiento: 17/01/1972.

Dirección Personal: 3 calle A 19-14 zona 4. Condominio Jardines del Carmen I. Villa Nueva.

Teléfonos: 5510- 4441

Nacionalidad: Guatemalteco.

Formación profesional:

Profesor en Matemática y Ciencias Físicas. Universidad Galileo. (2005). Master en Energía Renovable. (2010).

Experiencia profesional:

- Coordinador de Investigación y Proyectos del Instituto de Recursos Energéticos –IRE- Universidad Galileo. Periodo 2012 hasta la fecha.
- Profesor titular de los cursos de: Aprovechamiento y gestión de la energía y Plantas de Energía Renovable. Facultad de Ingeniería. Universidad Galileo.
- Investigador principal en modelos y análisis de:
 - Producción eficiente de Biodiesel y emisiones gaseosas
 - Estufas ahorradoras de leña y emisiones gaseosas
 - Sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica.



Datos personales:

Nombre: **Luis Rodolfo Rodríguez Gálvez**

Lugar y Fecha de nacimiento : **Guatemala, 1 de junio de 1,985**

Número DPI: **2229-37416-0101**

Estado Civil: **Soltero**

Dirección personal: **2 ave 4-01 zona10, colonia Lomas de San Jacinto. Mixco, Guatemala**

Correo Electrónico **luirro_rg@galileo.edu**

Teléfono **2435-0595 5428-5466**

Formación Profesional:

- Ingeniería en Sistemas Energéticos. Universidad Galileo (2,009-2,014)
- Técnico en Automatización y Mecatronica. Universidad Rafael Landívar.(2,005 – 2,008)
- **Otros Estudios:(2013) Altereco21, GUATEAMBIENTE** Taller teórico-práctico de instalación de sistemas híbridos para vehículos con sistemas de Hidrógeno como combustible.
- **Experiencia profesional:**
 - **Sep. 2013 – Dic 2013:** Estrategias de Inversión S.A. Técnico de Campo en el área de generación de energía a partir de desechos. Producción de Metano para Incineradores de Basura en el Territorio Mancuerna en San Pedro Sacatepéquez San Marcos
 - **Consultor de Eficiencia Energética :** Estudios Eficiencia Energética EEGSA Consultoría sobre eficiencia energética en tres edificios de la Empresa Eléctrica Guatemalteca
 - **Octubre 2011 – A la fecha** Organización GUATEAMBIENTE. Director General y Fundador. Dirección general de la organización de Voluntariado Guate ambiente en ejecución teniendo a cargo a las cinco direcciones de energía, contaminación, educación, nutrición, recursos hídricos.



Datos personales:

Nombre: Miranda Sandoval, Edgar Enrique

Lugar y Fecha de Nacimiento: Guatemala, Guatemala 1 de octubre de 1991

Estado Civil: Soltero

Domicilio: 8va Avenida Residenciales Catalina 8-33 Zona 6 Villa Nueva

Teléfono: Casa: 6632-1107 Cel. 5376-2360

Documento de Identificación: DPI: 2077 36758 0101

Formación profesional: Certificación de cierre de pensum: (2014) Ingeniería en Sistemas Energéticos. Universidad Galileo. Estudios de Maestría en Energía Renovable. Universidad Galileo.

Experiencia profesional:

- Técnico profesional del Laboratorio de Energía. Universidad Galileo. Facultad de Ingeniería.
- Investigador de tipos de estufas ahorradoras de leña y la relación entre emisiones y las enfermedades respiratorias.



5. Presupuesto

	Monto Solicitado a ECPA		Contribución de Universidad Galileo.	Contribución de MARN y Municipalidad
No.	Recursos Humanos	Monto solicitado ECPA (USD)	Monto de contribución en especie. (USD)	Monto de contribución en especie. (USD)
1	Equipo de Especialistas			
a.	Judith María Díaz Cabrera	1600.00	1500.00	
b.	Cristian Fernando Guzmán	1600.00	1500.00	
c	Lourdes Socarras	1600.00	1500.00	
d	Luis Rodríguez	1600.00	800.00	
2	Técnicos especialistas			
a	Edgar Miranda	1600.00	800.00	
b	William Fagiani	1200.00		
c	Gabriel Abad	800.00		
	Estudiantes voluntarios			
	4 estudiantes voluntarios de Ingeniería en Sistemas Energéticos (8 horas /mes)	0	5,000.00	
	Total Human Resources	10,000.00	11,100.00	
3	Viáticos			
a	Viajes locales	300.00	800.00	
b	Gastos/viáticos	300.00	1200.00	
	Total Viáticos - Total Subsistence	600.00	2,000.00	
4	Equipo para sistema hibrido.			
a	8 Sistemas de HHO	6512.00		
b	8 atomizadores de agua	6512.00		
c	8 sondas de combustible	6412.00		
d	8 Localizadores GPS.	2054.00		
	Total de equipo	21,490.00		



5	Equipo y accesorios de Análisis			
a	Analizadores de gases de combustión	4000.00	10,000.00	
c	Equipo de medición y control	1000.00	1,200.00	
d	Uso de computadoras para registros	0	1,000.00	
e	Herramientas y equipo de instalación	500.00	1,500.00	
	Total de Materiales y equipo	5,500.00	13,700.00	
6	Suministros de mantenimiento de las unidades			
a	Aceites y lubricantes	0		5,000.00
b	Filtros y limpieza de inyectores	0		3,500.00
c	Repuesto de unidades	0		3,000.00
	Total de suministros			11,500.00
7	Promoción y publicidad	0		
a	Elaboración de material publicitario, diseños gráficos, publicidad en redes	150.00	500.00	
b	2 Conferencias para sociabilización de los resultados	250.00	2000.00	
	Total de gastos en promoción y publicidad	400.00	2,500.00	
	Costos indirectos			
a	Póliza de seguro de 8 unidades de transporte	1,510.00	200.00	
b	Mantenimiento de equipos	500.00	2000.00	
c	Consumo de agua y energía eléctrica	0	2000.00	



d.	Uso de instalaciones, material de oficina, internet, laboratorios.	0	5000.00	
	Total de costos indirectos	2,010.00	9,200.00	
	Total del proyecto en USD.	40,000.00	38,500.00	11,500.00



Anexo 1: Documento que demuestra la existencia legal de su organización





Carta de apoyo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) por parte de la Dirección General de Políticas y Estrategias ambientales.



Guatemala, 02 de mayo de 2014

Señores Miembros del
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Guatemala, Guatemala

Por este medio manifestamos que el **Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales** de acuerdo con su Política de Producción más Limpia (Acuerdo Gubernativo 258-2010), ha identificado en el sector ambiente desde el año 2010, la necesidad de establecer estrategias de eficiencia energética para promover la sustentabilidad económica, política y ambiental en el país.

Una de estas estrategias es disminuir el consumo de combustibles fósiles en el sector transporte, lo que contribuirá con la disminución de emisiones de Gases de Efecto Invernadero -GEI- a la atmósfera, razón por la cual consideramos importante para nuestra institución, que el proyecto:

Validación de sistemas híbridos a base de H2O, adaptados a motores de combustión interna diesel del transporte colectivo público y de servicio social en la región metropolitana de Guatemala, para disminuir el consumo de combustible fósil y las emisiones de gases de efecto Invernadero -GEI-.

Se ejecute por parte del Instituto de Recursos Energéticos de Universidad Galileo, con lo cual se espera contribuir a la solución de dicha problemática.

Ministerio de Ambiente y
Recursos Naturales
Nombre de la Institución



Sello de la Institución:

Gustavo Suárez B
Director General de Políticas y
Estrategias Ambientales



Lic. Gustavo Adolfo Suárez Bendfeldt
Director General de Políticas y Estrategias Ambientales
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales





Aval de la Municipalidad de Guatemala



Municipalidad de Guatemala

Memorándum:

Guatemala 3 de septiembre. 2014

De: Dirección de Operaciones Transmetro
 Para: Arq. Eddy Morataya
 Dirección de Movilidad Urbana
 Asunto: Proyecto Validación de sistemas híbridos propuesto por
 Universidad Galileo.

Por este medio le informo que se ha decidido apoyar el proyecto propuesto por la Universidad Galileo denominado: "Validación de sistemas híbridos a base de H₂O, adaptados a motores de combustión interna diésel del transporte colectivo público y de servicio social en la región metropolitana de Guatemala para disminuir el consumo de combustible fósil y las emisiones de gases de efecto invernadero GEI"

Brindando una unidad alimentadora del sistema Transmetro, modelo 1998, marca Mercedes Benz, motor 1118 para contribuir a la captura de datos. Dependiendo del desarrollo y resultado del proyecto se aportaran 7 unidades más en fases consecutivas.

Sin otro particular.
Atentamente.



Recibido en calle 6-77, zona 1, Palacio Municipal, Centro Cívico, Tercer Nivel.
Teléfonos: 2285 - 8079 / 2285 - 8078
www.muniguate.com