1. LISTADO DE VERIFICACION REPRESENTANTES DE FACULTAD

Se debe anexar al inicio de la propuesta, el listado de verificación para la respectiva firma del Representante de Facultad.

LISTADO DE VERIFICACIÓN REPRESENTANTES DE FACULTAD REQUISITOS	CUMPLE REQUISITOS	
	SI	NO
GENERALES		
1. El Grupo proponente se encuentra inscrito en la Vicerrectoría Asistente de Investigación y Extensión y en el GrupLac.		
1.El Grupo se encuentran al día en la presentación del plan de acción semestral		
1.1 El Grupo se encuentra al día en la presentación del informe de gestión semestral		
1.2 La propuesta cuenta con los avales Correspondientes: Director del Grupo, Director del Departamento, Director del Proyecto.		
1.3 El proyecto cuenta con los anexos correspondientes: Cotizaciones		
1.4 Carta presentación de la propuesta		
1.5 Inscripción de las Hojas de Vida en CvLAC		
PROPUESTA		
2.1 Información general (formato)		
2.2 El tema y el problema de investigación corresponde con al menos una línea de investigación del grupo		
2.3 Resumen Ejecutivo		
2.4 Planteamiento del problema		
2.5 Objetivos		
2.6 Metodología Propuesta		
2.7 Cronograma de Actividades		
2.8 Resultados / Productos esperados y potenciales beneficiarios		
2.9 Impactos Esperados		
2.11 El proyecto muestra pertinencia con problemas o ejes estratégicos para el desarrollo regional o institucional		

2.12 El proyecto presenta coherencia entre sus partes: problema (pregunta o hipótesis), objetivos y resultados esperados		
2.13 Trayectoria del Grupo de Investigación		
2.14 Bibliografía		
PRESUPUESTO		
3.1 Presupuesto Global		
2.2 Presupuestos Detallados		
3.3 Monto solicitado ajustado a la convocatoria		
3.4 El presupuesto se ajusta a los criterios técnicos exigidos por la Universidad		
ANEXOS QUE SE DEBEN INCLUIR		
4.1 Declaración sobre impacto ambiental del Proyecto		
4.2 Declaración de pertinencia social		
4.3 Declaración sobre el aporte a la educación		
4.4 Disposiciones vigentes		
4.5 Hojas de vida resumen de los investigadores		
4.6 Las hojas de vida del investigados principal y el co-investigador, corresponden con el perfil del proyecto		
4.7. Cotizaciones		
4.8 Carta de compromiso o CDP de contrapartida si lo requiere el proyecto		
4.9 Otros		

Observaciones Representante de Facultad:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Judith del Pilar Rodríguez Tenjo
Representante de la Facultad de Ingeniería

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

TÍTULO DEL PROYECTO: **Estudio experimental de la sustitución parcial de Diésel con Hidroxy en motores de encendido por compresión y su influencia en las prestaciones térmicas y ambientales.**	
Investigador Principal: Gaudy Carolina Prada Botia	**C.C** 60.369.636
Correo Electrónico: gaudycarolinapb@ufps.edu.co	
Celular: 3212097597	**Teléfono Fijo:** 5776655 ext 120
Cargo en la UFPS: Planta: _X_ Docente Catedrático:_____ Personal Administrativo: ___	
Grupos de Investigación Proponentes:	
▪ **Nombre del Grupo de Investigación:** Ingeniería y Desarrollo Social	
Línea de Investigación: Ingeniería	
Unidad a la que pertenece el Grupo (Departamento/Facultad): Diseño Mecánico, Materiales, Procesos, Fluidos y Térmicas/Facultad de Ingeniería	
Código GrupLac : Categoría: A1:__ A:__B: _X_ C:_ D:	
Duración del Proyecto (en meses): 12 meses – 2 Periodos Académicos	
Tipo de Proyecto:	
Investigación Básica: / Investigación Aplicada: **X**	Desarrollo Tecnológico o Experimental:
Área del Conocimiento del Proyecto: Teoría de Máquinas	
Localización del Proyecto	
Universidad: Universidad Francisco de Paula Santander	
Municipio Cúcuta	Departamento: Norte de Santander
Financiación Solicitada	
Valor Solicitado al FINU**:$ 24.500.000**	
Valor Contrapartida:$ 21.800.000	

Valor total (Solicitado + Contrapartida) :$46.300.000
Descriptores / Palabras claves: Consumo Combustible, Emisiones, Eficiencia, Hidroxy, Motor Diésel.

FIRMAS:

Vo .Bo. Director del Grupo de Investigación	Carlos Acevedo Peñaloza Nombre	Firma
Vo.Bo. Director de Departamento	Gonzalo Romero García Nombre	Firma
Vo.Bo. Representante de la Facultad	Judith del Pilar Rodríguez Nombre	Firma
Director del Proyecto:	Gaudy Carolina Prada Nombre	Firma

2. RESUMEN DEL PROYECTO

Las emisiones de los gases de efecto invernadero, han puesto en riesgo la vida en nuestro planeta tal como hoy la conocemos. Un aumento de la temperatura global de dos grados al final del siglo provocará daños irreversibles a la atmosfera, aumentando el nivel de los océanos debido al descongelamiento acelerado, y en mayor medida, de los polos. El hidrógeno ha sido categorizado como la mejor alternativa para mitigar los problemas que conllevan el uso de combustibles fósiles en Motores de Combustión Interna, ya que no contiene Carbono y adicionalmente, en masa, contiene 3 veces más energía que el combustible diésel. Asimismo, el hidrógeno como elemento se encuentra en abundancia en la naturaleza, está presente en el aire, agua y biomasas. El presente trabajo de investigación propone el estudio experimental del impacto en las prestaciones mecánicas, térmicas y ambientales a causa de la sustitución parcial de combustible Diésel por Hidroxy (HHO) en motores térmicos de encendido por compresión. Para la generación de Hidroxy se utilizó un electrolizador alcalino, en donde se verificaron las condiciones operacionales que permitieran aumentar la tasa de generación de la misma. Se estudiaron diferentes niveles de potencia y velocidad de giro en el motor Diésel, con el fin de analizar estadísticamente la influencia de tasa de sustitución sobre el desempeño del motor. La propuesta conllevara a hacer viable la tecnología para la mejora en el proceso de combustión de los actuales motores diésel y reducir su impacto ambiental.

3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

4.1 Planteamiento de la pregunta o problema de investigación y su justificación en términos de necesidades y pertinencia; marco teórico y estado del arte (máximo 3000 palabras):

Debe incluir:

4.1.1 Planteamiento del problema y/o pregunta de investigación

En países como China, estudios afirman que cerca de 400,000 muertes prematuras se dan anualmente por afecciones respiratorias y cardiacas, debido a

la contaminación del aire [1] [2]. Las centrales termoeléctricas, la industria y el parque automotor cubren cerca del 90% de las emisiones contaminantes, que son el residuo de la combustión de combustibles fósiles utilizados como materia prima para la producción de energía eléctrica, térmica y mecánica [3]. Adicionalmente, los combustibles fósiles son un recurso limitado, y su extracción del suelo deteriora el ecosistema y el habitad de muchas especies. Como alternativa, los esfuerzos a nivel mundial se enfocan en la búsqueda de combustibles alternativos, auto-sostenibles y amigables con el ambiente, que garanticen la sostenibilidad de la sociedad sin alterar el desarrollo de la misma.

En la actualidad, diferentes combustibles alternativos han sido empleados en la sustitución parcial o total de los combustibles fósiles, tanto en motores de combustión interna, como en la generación de energía eléctrica, disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero. Aunque los resultados son positivos, el uso de estos combustibles contribuye aun en forma significativa en los problemas antes mencionados, ya sea desde su extracción, elaboración o en su uso final [2][4][5][6][7]. De acuerdo con las políticas gubernamentales de países como Alemania, Japón y la EU, para el 2050, las emisiones de gases de efecto invernadero deben ser de 65% para evitar el aumento de la temperatura global [8]. El hidrógeno, el elemento más antiguo y abundante del planeta es considerado el combustible del fututo ya que, de la combustión del mismo con oxígeno, se obtiene agua, es decir 0% de emisiones contaminantes. Además, cabe resaltar que no es una fuente de energía primaria, ya que no se encuentra en su forma elemental en la naturaleza.

Es necesario el uso de energías primarias como la eléctrica, térmica o biomasas para su obtención [9][10]. Para poder suplir las necesidades energéticas, la producción de hidrógeno debe hacerse en gran escala. La electrólisis del agua (proceso en el cual se obtiene hidrógeno por la descomposición del agua al aplicar una corriente eléctrica a través de dos electrodos sumergidos en agua [11]) en la actualidad es el método que permite obtener hidrógeno en tal proporción, aunque es un proceso costoso, debido al alto consumo de energía eléctrica que requiere [12]. Por lo cual, es necesario una combinación de fuentes de energías alternativas como la solar, eólica e hidráulica, para obtener hidrógeno de una forma segura, sostenible y amigable con el ambiente [13]. Por otro lado, Yull Brown creó una mezcla única y más potente que el hidrógeno, llamada gas oxihidrógeno o Hydroxy (HHO), aunque también se conoce con el nombre de gas de Brown, que ha sido utilizado recientemente en investigaciones como combustible suplementario en MCI [14][15].

En el desarrollo de este proyecto se diseñó e implementó un banco electrolizador para producir Hydroxy mediante una celda electrolítica con una solución de KOH-agua destilada. El gas es almacenado temporalmente para luego realizar la sustitución parcial en el motor de encendido por compresión monocilíndrico y así caracterizar experimentalmente el comportamiento de las emisiones de oxígeno (O2), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO2), óxido nítrico (NO), óxidos de nitrógeno (NOX), dióxido de azufre (SO2) e hidrocarburos no quemados (HC); variando parámetros operacionales como torque, régimen de giro y composición del combustible; donde se usó diésel puro (DP) y diésel - 10% biodiesel (B10).

Como alternativa, los estudios han determinado que es posible mejorar su rendimiento, al igual que las emisiones que generan, mediante cambios en el diseño, pero estos suelen ser costosos y no todos los MCI tendrían acceso a estas tecnologías; razón por la cual, la solución a la problemática se ha enfocado en la búsqueda de combustibles alternativos, que sin modificar el desempeño del motor significativamente, sean una fuente de energía limpia y renovable. El hidrógeno es un combustible con alto potencial, de tal forma que, se han desarrollado investigaciones sobre la sustitución parcial de hidrógeno en los MCI, presentado muy buenas características. Es posible obtener hidrógeno de forma segura, limpia y renovable a partir del electrólisis del agua, la cual consiste en descomponer el agua en sus elementos constituyentes; hidrógeno y oxígeno mediante un aporte energético.

La pregunta problema que se espera dar solución en este proyecto es: ¿Cuáles son los resultados sobre las prestaciones mecánicas, térmicas y ambientales al sustituir determinada cantidad de combustible fósil por Hidroxy en un motor de combustión interna de encendido por compresión?

4.1.2 Marco teórico

Existen diferentes procesos para producir hidrógeno; el reformado de gas natural con vapor es quizás el método más atractivo por su bajo costo, aunque depende de hidrocarburos y produce emisiones contaminantes; por otro lado, la energía solar es almacenada al producir hidrogeno en procesos fotoquímicos, fotoeléctricos y fotobiológicos; y a partir de la electrolisis del agua, se produce hidrógeno con un alto grado de pureza. Si se emplea una fuente de energía

primaria limpia y renovable, es posible producir hidrógeno sin daños colaterales [18][25].

En cuanto al Hidroxy, Yull Brown registro dos patentes relacionadas a la producción de este gas, una de ellas en 1978 (ARC-ASSISTED OXY/HYDROGEN WELDING) [26], en la cual, una mezcla de hidrógeno y oxígeno generadas en proporciones sustancialmente estequiométricas en una celda electrolítica por la disociación eléctrica del agua, pasa a través de un arrestallamas y luego a un quemador donde se encienden los gases. Pero, Brown no fue el único en realizar investigaciones en función de hallar una mezcla única de hidrogeno y oxígeno, el 1967 se registró en Estados Unidos la patente 3.301.483 titulada “Multicell Oxyhydrogen Generator” por William A. Rhodes [15]. Aunque cabe resaltar que ninguno fue el primero o el último en este campo de investigación, aún hoy día, científicos siguen en la búsqueda de la relación estequimétrica de hidrógeno y oxígeno con mayor potencial energético [15].

1

1.1

Electrólisis del agua

La electrolisis es un proceso electroquímico en cual a través de una fuente de energía eléctrica se inducen reacciones de oxidación-reducción no espontaneas. Para llevar a cabo estas reacciones, es necesario aplicar una fuerza electromotriz (fem) o voltaje a dos electrodos sumergidos en un electrolito, es decir, un compuesto iónico que, fundido o en solución acuosa, se disocia en cationes (carga positiva) y aniones (carga negativa). Los electrodos son barras o placas de un material cuya elección depende del electrolito utilizado (una sal, un ácido o una base fuerte), con el fin de evitar reacciones indeseadas. Los materiales conductores poseen una nube de electrones que permite el flujo de la corriente. En cambio, los iones presentes en el electrolito son los responsables del transporte de la carga eléctrica. El flujo de electrones se da por las reacciones que tienen lugar en los electrodos; en el cátodo, electrodo negativo que atrae los cationes, se disponen los electrones para las reacciones de reducción; y en el ánodo, electrodo positivo que atrae los aniones, se reciben los electrones de las reacciones de oxidación. El proceso de la electrolisis se da un dispositivo llamado

celda electrolítica representado esquemáticamente en la Figura 1. La cantidad de reacciones o el flujo de electrones, depende de la cantidad de iones presentes en la solución. En el agua pura a 25 °C solo hay $1 \times 10^{-7}\ M\ 1 \times 10^{-7}\ M$ de H^+ y $1 \times 10^{-7}\ M\ 1 \times 10^{-7}\ M$ de OH^-, cantidades insuficientes para la conducción eléctrica [27]. Entonces, la producción de H_2 y O_2 tendrá lugar cuando la concentración, por ejemplo, de KOH (base fuerte) aporte los iones en las cantidades suficientes para dar inicio a las siguientes reacciones [27]:

$$\text{Ánodo (oxidación)} = 2H_2O\ (l) \rightarrow O_2\ (g) + 4H^+(ac) + 4e^-$$

$$\text{Ánodo (oxidación)} = 2H_2O\ (l) \rightarrow O_2\ (g) + 4H^+(ac) + 4e^-$$

Ec.1

$$\text{Catodo (reducción)} = 4[H^+(ac) + e^- \rightarrow \tfrac{1}{2}H_2\ (g)]$$

$$\text{Catodo (reducción)} = 4[H^+(ac) + e^- \rightarrow \tfrac{1}{2}H_2\ (g)]$$

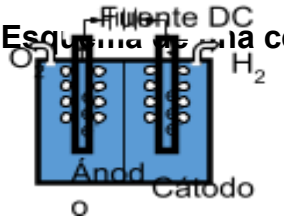
Ec.2

$$\text{Reaccion global} = 2H_2O\ (l) \rightarrow 2H_2\ (g) + O_2\ (g)$$

$$\text{Reaccion global} = 2H_2O\ (l) \rightarrow 2H_2\ (g) + O_2\ (g)$$

Ec.3

Figura 1. Esquema de la celda electrolítica.



1

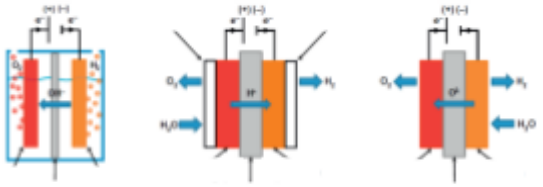
1.1

1.1.1

Celdas electrolíticas para generar hidrógeno

Existen tres tipos de celdas comúnmente usadas para generar hidrógeno electrolíticamente como se observa en la Figura 2, estas son: las celdas alcalinas, que emplean un electrolito fundido o en solución para aumentar la

conductividad del agua y así forzar las reacciones de las ecuaciones 1 y 2. Las celdas tipo PEM (Proton Exchange Membrane or Polymer Electrolyte Membrane) funcionan con una membrana de polímero sólido sulfonado como electrolito, la cual proporciona una alta conductividad de protones y baja permeabilidad de los gases, con un espesor entre los 20 y 300 µm, lo cual permite un diseño compacto y operación a alta presión; por último las celdas electrolíticas de óxido solido SOEC (Solid Oxide Electrolyzer Cell), cuyo principio de funcionamiento se basa en la conductividad iónica de algunos cerámicos a alta temperatura [28][29].



Celdas electrolíticas para generar Hydroxy

La principal característica de una celda electrolítica para producir Hydroxy es que no posee ni diafragma ni membrana, pues produce solo un tipo de gas. Diferentes teorías tratan de explicar la naturaleza química del proceso, algunas sugieren que primero se producen burbujas de hidrógeno y oxígeno molecular, y luego ligeramente vuelven a combinarse en Hydroxy, mientras otros sugieren que la separación es más que un rompimiento de enlaces, pues la formación de Hydroxy requiere menos energía. No obstante, Yull Brown descubrió que pequeñas cantidades de pulsos de corriente, cuidadosamente sintonizados, a través de dos placas (electrodos) sumergidas en electrolito, rompen los enlaces atómicos del agua y forman únicamente Hydroxy [15].

Propiedades del gas de Hydroxy

1.1.1

Las propiedades del gas HHO son similares a las de hidrógeno, es un gas incoloro e inodoro, cuya energía de ionización está alrededor de los 13,6 eV. Tiene una relación de expansión de líquido a gas de 1:848 bajo condiciones atmosféricas. Punto de fusión y de ebullición a -259,14 °C y -252,87 °C respectivamente. Punto de inflamabilidad de -253 °C en un rango de 4-75% en el aire y una temperatura de flama adiabática de 2107 °C. La presencia de hidrógeno y oxígeno en el gas resulta en un alto número de octano [14] [30].

Almacenamiento y transporte

El hidrogeno puede ser almacenado por lago tiempo y en grandes cantidades por métodos subterráneos o en estado líquido; en pequeñas cantidades en hidrocarburos metálicos, nanotubos de carbón y como gas comprimido, este último método en pequeños periodos de tiempo. En cuanto al transporte, en grandes cantidades y largas distancias a través de tuberías; en estado líquido, grandes distancias; y como gas comprimido en cortas distancias y pequeñas cantidades [31].

Motores Diésel

Los MEC tienen las siguientes características [31]:

- Formación de mezcla interna.
- Control de la carga cualitativo, al variar la relación aire-combustible inyectando más o menos combustible, sin estrangular la admisión de aire.
- Autoignición y una gran cantidad de exceso de aire. En general, los MEC funcionan con una relación aire-combustible dependiente de la carga de entre 1,2 (carga alta) y 7 (ralentí).
- Relación de compresión de 14 a 22.
- Hidrocarburos con alto punto de ebullición como combustible.

Además, en los MEC de cuatro tiempos la evolución del fluido básicamente es: admisión de aire en el cilindro, compresión del mismo, inyección de combustible, combustión y expansión, y por último, expulsión de los productos quemados (escape). La admisión y el escape son las fases que se conocen como procesos

de renovación de la carga, la compresión, combustión y expansión integran el proceso termodinámico básico, que permite transformar el estado térmico generado en el proceso de combustión en trabajo mecánico. El motor de cuatro tiempos se denomina así porque se requieren cuatro carreras del émbolo, o sea dos revoluciones del motor, para realizar un ciclo completo.

1.

2.

2.1.

2.2.

2.3.

Ensayo de motores

Los motores están sujetos a condiciones de operación variable en la mayor parte de sus aplicaciones, lo que hace indispensable conocer el comportamiento del motor o sus prestaciones en su rango de operación. Para esto, los parámetros más importantes son el par, la potencia y el consumo especifico de combustible por cada régimen de giro. Según el tipo de servicio, los motores son de régimen esencialmente variable, como los de automoción, y de régimen esencialmente constante, es decir, motores industriales donde el parámetro fundamental es el consumo específico, por consiguiente, su punto de operación estará enfocado hacia lo económico, incluso si la potencia no es la máxima entregada por el motor [1].

Los ensayos en los MCI pueden clasificarse según los requerimientos en: ensayos de control de calidad, cuyo objetivo es comprobar los acabados y las prestaciones del motor una vez fabricado y antes de ser entregados al usuario; ensayos de homologación, si se desea cumplir una normativa específica;

ensayos de recepción, a petición del usuario; y ensayos de investigación, donde se requiere obtener experimentalmente los parámetros fundamentales en distintas facetas o líneas de investigación.

4.1.3 Estado del arte de la investigación
4.1.4 Justificación del proyecto

Los MCI alcanzan un rendimiento de solo 30%, debido a que el combustible no logra quemarse en su totalidad en el proceso de combustión, adicionalmente, un 50% de la energía liberada por el combustible se pierde por transferencia de calor [16]. Ahora, en los MCI se utilizan combustibles fósiles como fuente de energía. Por tanto, en la fase de escape, los gases residuales de la combustión (incluyendo CO y HC, por la combustión incompleta) son expulsados al ambiente. Estas sustancias alteran el equilibrio y la composición natural del aire, promoviendo una mayor contaminación ambiental, la cual representa un riesgo actual para la salud humana [17]. Además, estos gases se acumulan en la atmósfera, creando un efecto invernadero en el medio circundante, de tal forma que inciden directamente en el calentamiento global, acelerando la necesidad de reemplazar los combustibles fósiles por fuentes de energía renovables [18]. Hoy día, el calentamiento global es el mayor problema al que se enfrenta la comunidad científica y política mundial. Por lo tanto, se han financiado numerosos estudios con el fin de mitigar o detener las consecuencias de este problema, donde las termoeléctricas y los vehículos, son los principales productores de gases de efecto invernadero [18][19].

Paradójicamente, el uso de los MCI ha aumentado considerablemente en las últimas décadas. Esto se debe a la creciente demanda energética, tanto en el transporte de pasajeros como en el consumo de energía eléctrica. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés), el sector de la energía aumentará las emisiones de CO_2 en un 50% para el 2030 a un 80% para el 2050 [18]. Por otra parte, a nivel mundial hay alrededor de 1,2 mil millones de automóviles y 380 millones de vehículos comerciales, de los cuales se espera que aumenten casi en su totalidad en países en donde no se controla esta tendencia como China e India. Además, alrededor del 95% de la energía del transporte actual, viene de combustibles líquidos derivados del petróleo y alrededor del 60% del petróleo extraído, se utiliza para la producción de estos combustibles [20], teniendo en cuenta que los dos principales combustibles que

se han desarrollado y utilizado ampliamente junto con el desarrollo de los MCI son la gasolina y el diésel [2].

Es casi imposible pensar en la eliminación absoluta de los MCI, aunque en teoría, esto sería la solución a la problemática en su totalidad. Sin embargo, reducir la dependencia de los combustibles fósiles y minimizar las emisiones nocivas hacia el ambiente, es posible mediante fuentes de energía alternativas [21]. Según Bae & Kim [2], los combustibles alternativos no son más que aquellas fuentes de energía diferente a la gasolina en MEP y gasóleo en MEC, que garantizan la integridad del ambiente por contaminación y cuya obtención sea de una fuente de energía renovable, segura y sostenible. Biomasas, agua, energía solar y eólica son fuentes de energía alternativa. De las biomasas, por medio del proceso de fermentación se obtiene biogás, etanol y ETBE; por la esterificación de aceite vegetal se obtiene biodiesel y por el proceso de electrólisis del agua se obtiene H2 [4].

Ciertamente, el hidrógeno se ha categorizado como la mejor alternativa para mitigar los problemas que conllevan al uso de combustibles fósiles en los MCI, siendo el hecho de no contener carbono uno de sus aspectos más atractivos. Adicionalmente, 1 kg de Hidrógeno contiene más energía almacenada que 2,75 kg de gasolina, por lo cual, es 2,5 veces más eficiente debido a su peso específico (0,0899 kgNm3 a 0 °C y 1 atm) [18]. Asimismo, el hidrógeno se encuentra en abundancia en la naturaleza, está presente en el aire, agua de mar, biomasa, sulfuro de hidrógeno y combustibles fósiles. En los procesos para producir hidrógeno, se emplean fuentes de energías renovables al igual que no renovables, tales como, térmicas, eléctricas, solar y bioquímicas [21]. Una de las alternativas más utilizadas para la generación de hidrógeno es la electrólisis del agua, un proceso que permite producir hidrógeno de forma limpia y sostenible; en el cual, es posible separar el agua en sus elementos constitutivos, hidrógeno y oxígeno. Bajo el mismo principio, se produce el Hydroxy, un gas que en la actualidad es usado en diversos procesos industriales, convirtiéndose en una alternativa atractiva para disminuir el uso de combustibles a base de carbono.

La producción de HHO, de una forma segura, limpia y renovable, es una opción que potencializa el uso de este gas como combustible en los MCI. Las investigaciones se han enfocado en la implementación de este tipo de energía limpia tanto en MEP como en MEC. Con la meta de poder suplir, parcial o totalmente, la alta demanda energética característica de esta era en constante desarrollo. Un enfoque va dirigido hacia la mejora en el diseño de las celdas

empleadas en la producción del gas, con diferentes materiales, formas y tamaños. Esperando encontrar la combinación idónea capaz de producir hidrógeno en grandes cantidades, poco tiempo y alta pureza; es decir, un proceso con mayor rendimiento y eficiencia [22][23]. Por otra parte, se han encontrado diversos obstáculos en la implementación directa del sistema de generación de hidrógeno en los vehículos. Algunas de las limitaciones son la capacidad de almacenamiento, la fuente de energía para la electrólisis y la emisión de los gases de escape, que aún contienen agentes tóxicos fuera de la normativa [24].

Por lo anteriormente planteado y debido a la importancia de este fenómeno, tanto en la economía como en el ambiente, se hace necesario el desarrollo de este estudio experimental, con el fin de evaluar y validar las prestaciones mecánicas, térmicas y ambientales a causa de la sustitución parcial de combustible fósil por HHO en motores térmicos de encendido por compresión. Por consiguiente, será un aporte significativo que servirá como base de futuros proyectos de investigación en esta temática.

4.2 Los objetivos (máximo 500 palabras): Como objetivo general se tiene el de estudiar experimentalmente el efecto de la sustitución parcial de combustible por Hydroxy sobre las prestaciones mecánicas, térmicas y ambientales en motores térmicos de encendido por compresión de baja cilindrada.

1.

1.1.

1.2.

1.2.1.

Objetivos específicos

Diseñar un sistema de instrumentación para la generación de Hydroxy, que permita la cuantificación del flujo, presión y temperatura de la mezcla generada de forma segura.

Implementar un sistema de mezcla aire e Hydroxy, que permita la operación en condición DUAL, sin afectar la integridad y funcionabilidad de la maquina térmica, garantizando la seguridad del proceso.

Evaluar experimentalmente la influencia de diferentes tasas de Hydroxy, obtenidas bajo diferentes composiciones de agua / KOH, sobre las prestaciones mecánica, térmicas y ambientales de un motor térmico de encendido por compresión.

4.3 Metodología Propuesta (máximo 3000 palabras): Con el fin de garantizar el desarrollo satisfactorio del proyecto propuesto, se propone una metodología de trabajo en la cual se busca el cumplimiento de los objetivos específicos y, por consiguiente, del objetivo general. Dicha metodología está constituida por pasos y/o procedimientos lógicos, secuenciales e invariables, conectados entre sí de principio a fin de tal manera que se facilite la solución del problema expuesto.

Primero se realizará una revisión literaria exhaustiva de los últimos años, con el fin de conocer el panorama global, desarrollo actual y los aportes significativos que se han presentado sobre la temática en estudio. En esta primera etapa se seleccionará y organizará la información pertinente para un correcto planteamiento y redacción, con el fin de contextualizar al lector. La recopilación se ejecutó con el objetivo de conocer la problemática; las propuestas teóricas y prácticas; los análisis experimentales a realizar y los modelos ya planteados; teniendo en cuenta que este proceso culminó al finalizar el proyecto.

Con base en la información recopilada y en reconocimiento de las características y condiciones de operación del sistema de generación de HHO, se procederá a realizar la segunda etapa con el propósito de complementar el sistema de generación, con el cual se realizarán las mediciones de flujo, presión y temperatura del gas; de tal manera que se pudiera caracterizar el proceso de producción. Posteriormente, se implementará un adecuado sistema de mezcla aire-HHO con el fin de asegurar la integridad del motor; esta etapa es de vital importancia para salvaguardar todo el sistema en general y crear condiciones óptimas en las cuales pueda operar el MCI mediante la sustitución parcial de forma segura.

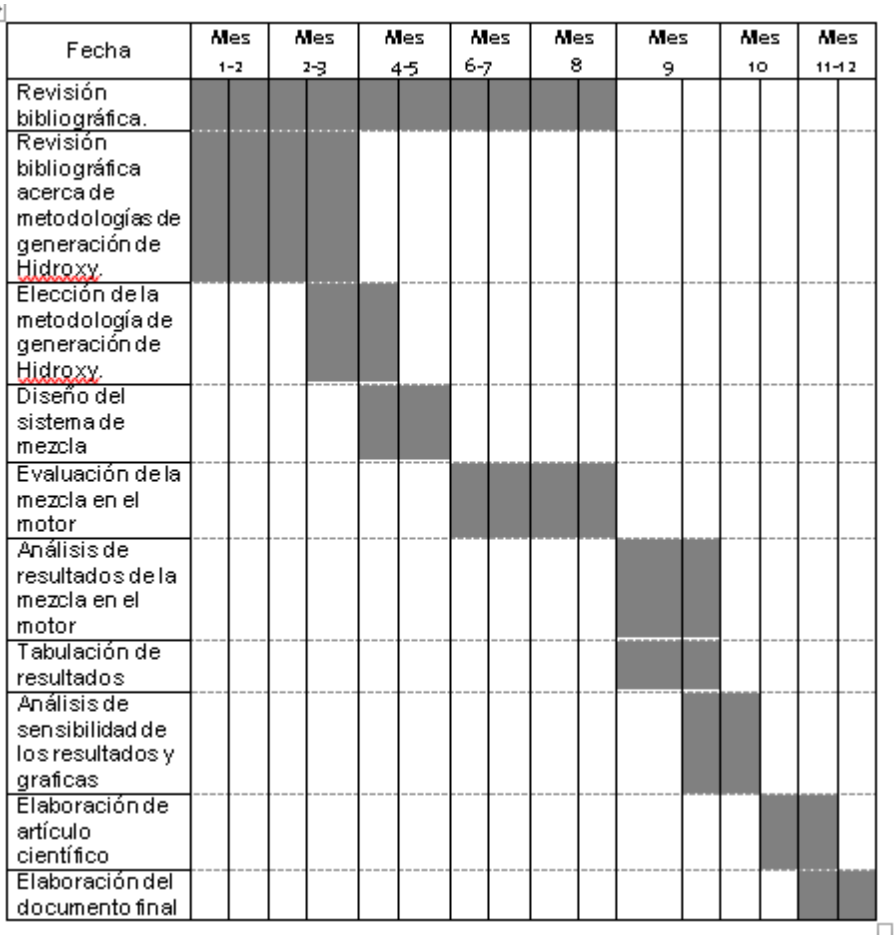
Con el objetivo de garantizar la medición de variables fundamentales en el motor y proporcionar mayor soporte al análisis de los resultados de la sustitución parcial del combustible, se desarrollará una cadena de medición de temperatura y presión en el banco motor, que además servirá como base para futuras investigaciones.

Como parte primordial de este estudio, estará el análisis de las prestaciones mecánicas, térmicas y el impacto ambiental en los MCI. Para ello, se realizarán pruebas experimentales con la influencia de diferentes tasas de HHO, donde preliminarmente se evaluarán distintas composiciones de KOH para determinar cuál mezcla presenta mayor producción.

Por otra parte, con los resultados obtenidos de las emisiones se realizará un análisis estadístico y de combustión, teniendo en cuenta la sustitución de HHO en el motor con el fin de determinar el comportamiento.

Seguido de la validación experimental, se redactará el documento final del proyecto, que incluye el producto de la investigación, donde se puede observar los resultados de la instrumentación en el sistema de generación de HHO, la cadena de medida de presión y temperatura del banco motor; la implementación de la mezcla en el MCI monocilíndrico junto con la caracterización e influencia de diferentes tasas de HHO en el motor. Adicionalmente, las respectivas comparaciones, material gráfico y conclusiones, todo esto enfocado a la profundización del presente proyecto y en una investigación futura.

4.4 Cronograma de Actividades: Relación de actividades a realizar en función del tiempo (semestres académicos), en el periodo de ejecución del proyecto.



4.5 Resultados/Productos esperados y potenciales beneficiarios: Estos deben ser coherentes con los objetivos específicos y con la metodología planteada.

Los resultados/productos pueden clasificarse en tres categorías:

4.5.1<u>Relacionados con la generación de conocimiento y/o nuevos desarrollos tecnológicos</u>:

Resultado/Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Documento final	Documento final	Comunidad académica UFPS

4.5.2 Conducentes al fortalecimiento de la capacidad científica nacional

Resultado/Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Contacto con pares externos	Visita externa	Red de investigadores - Comunidad académica UFPS

4.5.3 Dirigidos a la apropiación social del conocimiento:

Resultado/Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Artículo	Articulo	Comunidad académica
Modelo para recuperación de calor residual mediante ORC	Material de laboratorio	Laboratorio mecánica - Comunidad académica UFPS
Selección de configuración optima de ORC termo-económicamente	Material de laboratorio	Laboratorio mecánica - Comunidad académica UFPS

4.6 Impactos esperados a partir del uso de los resultados: Los impactos no necesariamente se logran al finalizar el proyecto, ni con la sola consecución de los resultados/productos. Los impactos esperados son una descripción de la posible incidencia del uso de los resultados del proyecto en función de la solución de los asuntos o problemas estratégicos, nacionales o globales, abordados.

Generalmente se logran en el mediano y largo plazo, como resultado de la aplicación de los conocimientos o tecnologías generadas a través del desarrollo de una o varias líneas de investigación en las cuales se inscribe el proyecto. Los impactos pueden agruparse, entre otras, en las siguientes categorías: sociales, económicos, ambientales, de productividad y competitividad. Para cada uno de los impactos esperados se deben identificar indicadores cualitativos o cuantitativos verificables así:

Tabla 4.6 Impactos esperados

Impacto esperado	Plazo (años) después de finalizado el proyecto: corto (1-4), mediano (5-9), largo (10 o más)	Indicador verificable	Supuestos*

Fortalecimiento académico de las ingenierías a través del desarrollo de nuevo conocimiento	Corto plazo (1 año)	Nuevo contenido curricular	El comité curricular lo asigne en el contenido curricular

Los supuestos indican los acontecimientos, las condiciones o las decisiones, necesarios para que se logre el impacto esperado.

4.7 Conformación y trayectoria del Grupo de Investigación (máximo 500 palabras)
El Grupo de Investigación Ingeniería y Desarrollo Social está orientado a la búsqueda de soluciones concretas y pertinentes a la realidad de la sociedad local, en contexto global, aportando siempre desde las herramientas que la ciencia, la tecnología y la ingeniería han creado año tras año. Este grupo tiene como misión generar investigación que impacte positivamente a nivel social, ambiental y económico del país.

El grupo tiene productos desarrollados en el tema del diseño y de la teoría de máquinas como es el Diseño de Levas por curvas de Bezier y la publicación de los libros Análisis de vibraciones mecánicas y Teoría de contacto aplicada al mecanismo leva palpador cilíndrico. Sin embargo, el grupo ha decidido incursionar en las tecnologías Waste to energy mediante ORC, y que se cuenta con una demanda potencial de mejor de la eficiencia energética de sistemas mediante ORC.

4.8 Bibliografía:

[1] M. y F. P. Muñoz, *Motores de Combustión Interna Alternativos*. Madrid, 1989.

[2] C. Bae and J. Kim, “Alternative fuels for internal combustion engines,” *Proc. Combust. Inst.*, vol. 36, no. 3, pp. 3389–3413, 2017.

[3] A. Çalık, “Determination of vibration characteristics of a compression ignition engine operated by hydrogen enriched diesel and biodiesel fuels,” *Fuel*, vol. 230, no. February, pp. 355–358, 2018.

[4] D. A. Carbot-Rojas, R. F. Escobar-Jiménez, J. F. Gómez-Aguilar, and A. C. Téllez-Anguiano, “A survey on modeling, biofuels, control and supervision systems

applied in internal combustion engines," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 73, no. October 2016, pp. 1070–1085, 2017.

[5] S. V. Khandal, N. R. Banapurmath, and V. N. Gaitonde, "Effect of hydrogen fuel flow rate, fuel injection timing and exhaust gas recirculation on the performance of dual fuel engine powered with renewable fuels," *Renew. Energy*, vol. 126, pp. 79–94, 2018.

[6] Y. Qian, S. Sun, D. Ju, X. Shan, and X. Lu, "Review of the state-of-the-art of biogas combustion mechanisms and applications in internal combustion engines," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 69, no. October 2015, pp. 50–58, 2017.

[7] H. H. Masjuki, A. M. Ruhul, N. N. Mustafi, M. A. Kalam, M. I. Arbab, and I. M. Rizwanul Fattah, "Study of production optimization and effect of hydroxyl gas on a CI engine performance and emission fueled with biodiesel blends," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 41, no. 33, pp. 14519–14528, 2016.

[8] I. A. Gondal, *Hydrogen transportation by pipelines*. Elsevier Ltd., 2016.

[9] A. da Silva César, T. da Silva Veras, T. S. Mozer, D. da Costa Rubim Messeder dos Santos, and M. A. Conejero, "Hydrogen productive chain in Brazil: An analysis of the competitiveness' drivers," *J. Clean. Prod.*, vol. 207, pp. 751–763, 2019.

[10] T. Sinigaglia, T. E. Freitag, F. Kreimeier, and M. E. S. Martins, "Use of patents as a tool to map the technological development involving the hydrogen economy," *World Pat. Inf.*, vol. 56, no. September 2017, pp. 1–8, 2019.

[11] P. Polverino, F. D'Aniello, I. Arsie, and C. Pianese, "Study of the energetic needs for the on-board production of Oxy-Hydrogen as fuel additive in internal combustion engines," *Energy Convers. Manag.*, vol. 179, no. September 2018, pp. 114–131, 2019.

[12] R. Moliner, M. J. Lázaro, and I. Suelves, "Analysis of the strategies for bridging the gap towards the Hydrogen Economy," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 41, no. 43, pp. 19500–19508, 2016.

[13] A. Ajanovic and R. Haas, "Economic prospects and policy framework for hydrogen as fuel in the transport sector," *Energy Policy*, vol. 123, no. March, pp. 280–288, 2018.

[14] B. Subramanian and S. Ismail, "Production and use of HHO gas in IC engines," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 43, no. 14, pp. 7140–7154, 2018.

[15] V. Jules, "The history of brown's gas," *Nexusmagazine*, vol. 483, pp. 49–81, 2013.

[16] G. W. Bahng, D. Jang, Y. Kim, and M. Shin, "A new technology to overcome the limits of HCCI engine through fuel modification," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 98, pp. 810–815, 2016.

[17] M. Lapuerta, O. Armas, and J. Rodríguez-Fernández, "Effect of biodiesel fuels on diesel engine emissions," *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 34, no. 2, pp. 198–223, 2008.

[18] T. da Silva Veras, T. S. Mozer, D. da Costa Rubim Messeder dos Santos, and A. da Silva César, "Hydrogen: Trends, production and characterization of the main process worldwide," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 42, no. 4, pp. 2018–2033, 2017.

[19] K. Aydin and R. Kenanoğlu, "Effects of hydrogenation of fossil fuels with hydrogen and hydroxy gas on performance and emissions of internal combustion engines," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 43, no. 30, pp. 14047–14058, 2018.

[20] G. Kalghatgi, "Is it really the end of internal combustion engines and petroleum in transport?," *Appl. Energy*, vol. 225, no. February, pp. 965–974, 2018.

[21] I. Dincer and C. Acar, "Review and evaluation of hydrogen production methods for better sustainability," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 40, no. 34, pp. 11094–11111, 2014.

[22] A. Göllei, P. Görbe, and A. Magyar, "Measurement based modeling and simulation of hydrogen generation cell in complex domestic renewable energy systems," *J. Clean. Prod.*, vol. 111, pp. 17–24, 2016.

[23] A. G. Stern, "A new sustainable hydrogen clean energy paradigm," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 43, no. 9, pp. 4244–4255, 2018.

[24] T. Wilberforce *et al.*, "Developments of electric cars and fuel cell hydrogen electric cars," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 42, no. 40, pp. 25695–25734, 2017.

[25] M. Momirlan and T. N. Veziroglu, "Current status of hydrogen energy," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 6, no. 1–2, pp. 141–179, 2002.

[26] P. E. G. Kelly, "United States patent," *Geothermics*, vol. 14, no. 4, pp. 595–599, 1985.

[27] Raymond Chang, *Química Chang*, 10a ed. Mexico, 2010.

[28] C. Coutanceau, S. Baranton, and T. Audichon, *Hydrogen Production From Water Electrolysis*, vol. 2, no. 20. 2018.

[29] M. Carmo, D. L. Fritz, J. Mergel, and D. Stolten, "A comprehensive review on PEM water electrolysis," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 38, no. 12, pp. 4901–4934, 2013.

[30] M. . Paridah, A. Moradbak, A. . Mohamed, F. abdulwahab taiwo Owolabi, M. Asniza, and S. H. . Abdul Khalid, "We are IntechOpen , the world ' s leading publisher of Open Access books Built by scientists , for scientists TOP 1 %," *Intech*, vol. i, no. tourism, p. 13, 2016.

[31] C. Acar and I. Dincer, "The potential role of hydrogen as a sustainable transportation fuel to combat global warming," *Int. J. Hydrogen Energy*, 2018.

4.9 Consideraciones adicionales:

Se Anexa en físico la carta de compromiso por parte de la empresa que apoyará el desarrollo del proyecto.

4. PRESUPUESTO

El presupuesto debe presentarse en forma global y desglosada como se muestra en las tablas anexas. Para mayor claridad debe suministrarse una explicación o justificación de los gastos propuestos ya sea en la columna de la tabla respectiva o, de requerirse más espacio, a continuación de cada tabla.

El monto que financiará la UFPS para el desarrollo de la propuesta investigativa es máximo de $25.000.000.

Para la preparación y presentación del presupuesto se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:
Resolución 125 de 24 de mayo de 2011. Según la Resolución mencionada, los rubros financiables son:

a. Materiales e insumos: Son aquellos materiales e insumos consumibles que se requieren en el desarrollo de la propuesta de investigación.
b. Adquisición o arrendamiento de herramientas y equipos no disponibles para el desarrollo del proyecto de investigación.
C. Reactivos y material de laboratorio.
d. Licencias de software
e. Papelería y útiles de escritorio
f. Documentación y bibliografía
g. Salidas de campo: Incluye gastos de transporte, alojamiento y alimentación que se deriven de las actividades del proyecto, dentro y fuera de la ciudad.
h. Análisis y pruebas de laboratorio.
i. Servicios técnicos (Incluye exámenes, análisis y pruebas de laboratorio, procesamiento de materias primas, análisis estadísticos, servicios de reprografía, mantenimiento y construcción de equipos requeridos para investigación).
j. Personal: incluye encuestadores, auxiliares de campo, tabuladores y digitadores de información, entrevistadores, transcriptores de entrevistas.
k. Gastos de viaje en modalidad de ponentes o requerimientos de asesorías técnicas externas relacionados con el desarrollo del proyecto de investigación, (incluye tiquetes, gastos de viaje, seguro médico).
l. Inscripción a ponencias: incluye inscripción a eventos nacionales o internacionales, para socialización de resultados parciales o finales derivados de la investigación.

Nota: *La elaboración del presupuesto, se debe soportar en cotizaciones reales y se debe tener en cuenta el valor del IVA, si este aplica. Adicionalmente se debe considerar el incremento de los precios de los artículos a través del tiempo, teniendo en cuenta la*

fecha en la cual se vaya a realizar la compra, esto con el fin de evitar desfases en el presupuesto.

TABLAS DE PRESUPUESTO

Tabla 5.1 Presupuesto global de la propuesta por fuentes de financiación (en miles de $).

RUBRO	UFPS - FINU	CONTRAPARTIDA[7] (Nombre)		TOTAL
	Efectivo	Efectivo	Especie	
PERSONAL[1]	0		14.400	14.400
EQUIPOS - HERRAMIENTAS [2]			7.400	7.400
LICENCIAS DE SOFTWARE	0			
REACTIVOS Y MATERIAL DE LABORATORIO	0			
MATERIALES E INSUMOS	0			
PAPELERÍA Y ÚTILES DE ESCRITORIO[3]	0			
SALIDAS DE CAMPO	9.000			9.000
SERVICIOS TÉCNICOS [4]	15.500			15.500
DOCUMENTACIÓN Y BIBLIOGRAFÍA[5]	0			
ANÁLISIS Y PRUEBAS DE LABORATORIO	0			
GASTOS DE VIAJE[6]	0			
INSCRIPCIÓN A PONENCIAS	0			
TOTAL	24.500		21.800	46.300

[1] Tener en cuenta que FINU solo financia el personal relacionado con encuestadores, auxiliares de campo, tabulador y transcriptor/digitador de documentos/ entrevistas, entrevistadores. El personal investigador que participa en el desarrollo del proyecto, se debe valorar como recursos de contrapartida en especie.
[2] Adquisición o arrendamiento de herramientas y equipos.
[3] El monto máximo que se aprueba por papelería es de 1/2 SMMLV Colombia
[4] Servicios Técnicos: Incluye exámenes, análisis y pruebas de laboratorio, procesamiento de materias primas, análisis estadísticos, servicios de reprografía, mantenimiento y construcción de equipos requeridos para investigación.
[5] Documentación y bibliografía
[6] En modalidad de ponencia o asesoría técnica externa relacionada con el desarrollo del proyecto. Solo se financia la participación como ponente hasta en un evento nacional y uno internacional.
[7] Se debe especificar la fuente de contrapartida. En el caso de existir más de una fuente de contrapartida se debe adicionar columnas al lado derecho especificando cada una de ellas.

Copia No Controlada

Los aportes de contrapartida en efectivo y/o especie deben estar soportados con una carta de compromiso o Certificado de Disponibilidad Presupuestal según corresponda.

Tabla 5.2 Descripción de los gastos de personal (en miles de $).

Nombre del Investigador / Experto/ Auxiliar	Formación Académica	Función dentro en el proyecto	DEDICACIÓN Horas/semana	Semestres de participación en el proyecto	FINU (Efectivo)	RECURSOS CONTRAPARTIDA		TOTAL
						Efectivo	Especie	
Gaudy Carolina Prada Botia	Maestría	Director	10	2	0	0	14.000	14.000
TOTAL								**14.000**

* Agregar una columna para cada fuente de financiación adicional distinta de la entidad que presenta el proyecto.
* Se debe relacionar como contrapartida en especie, el personal docente investigador que participa como investigador principal y coinvestigador, donde se le reconoce por participación en el proyecto un tiempo de dedicación según lo establecido en el Artículo 24 del Acuerdo 056 de 2012. Los estudiantes que participen en el desarrollo de la investigación, solo se les relaciona el nombre y la formación académica, no se les asigna dedicación en horas/semanales ni valoración económica de contrapartida.
*Tener en cuenta que FINU solo financia el personal relacionado con encuestadores, auxiliares de campo, tabulador y transcriptor/digitador de documentos/ entrevistas, entrevistadores.
El personal que se requiera para el proyecto, en cada uno de estos conceptos deberá ser justificado y ser coherente con la metodología presentada en la propuesta. Con respecto al personal encuestador se deberá incluir dentro de la casilla de Función dentro del proyecto el valor a pagar por encuesta y el número total de encuestas aplicar.

Tabla 5.3 Descripción de los equipos que se planea adquirir (en miles de $).

EQUIPO - HERRAMIENTAS	JUSTIFICACIÓN	FINU (Efectivo)	RECURSOS CONTRAPARTIDA		TOTAL
			Efectivo	Especie	
TOTAL					

* Se debe anexar cotización de los equipos que se desean adquirir
* Agregar una columna para cada fuente de financiación adicional distinta de la entidad que presenta el proyecto.

Tabla 5.4 Descripción y cuantificación de los equipos de uso propio (en miles de $)

EQUIPO	CONTRAPARTIDA (UFPS)*	TOTAL
	Especie	
Computación	5.200	5.200
Documentos, impresora y papelería	2.200	2.200
TOTAL	7.000	7.400

*Agregar una columna para cada fuente de financiación adicional a la UFPS. La contrapartida de la UFPS hace referencia a los equipos de laboratorio y oficina que están disponibles para uso del Grupo de Investigación.

Tabla 5.5 Descripción del software que se planea adquirir (en miles de $).

SOFTWARE	JUSTIFICACIÓN	FINU (Efectivo)	RECURSOS CONTRAPARTIDA		TOTAL
			Efectivo	Especie	

TOTAL				

* Se debe anexar cotización del software que se desean adquirir. * Agregar una columna para cada fuente de financiación adicional distinta de la entidad que presenta el proyecto.

Tabla 5.6 Reactivos y Material de Laboratorio (en miles de $)

REACTIVOS Y MATERIAL LABORATORIO	JUSTIFICACIÓN	FINU (Efectivo)	RECURSOS CONTRAPARTIDA		TOTAL
			Efectivo	Especie	
TOTAL					

*Se debe indicar el listado detallado de los reactivos y/o materiales solicitados
*Se debe anexar cotización del reactivo y material de laboratorio que se desean adquirir
* Agregar una columna para cada fuente de financiación adicional distinta de la entidad que presenta el proyecto

Tabla 5.7 Insumos (en miles de $)

INSUMOS	JUSTIFICACIÓN	FINU (Efectivo)	RECURSOS CONTRAPARTIDA		TOTAL
			Efectivo	Especie	
TOTAL					

* Se debe anexar cotización de los insumos que se desean adquirir

* Agregar una columna para cada fuente de financiación adicional distinta de la entidad que presenta el proyecto.

Tabla 5.8 Papelería y Útiles de Escritorio (en miles de $)

PAPELERÍA Y ÚTILES DE ESCRITORIO	JUSTIFICACIÓN	RECURSOS			
		FINU (Efectivo)	CONTRAPARTIDA		TOTAL
			Efectivo	Especie	

TOTAL				

* El monto máximo que se aprueba por papelería es de 1/2 SMMLV Colombia

Tabla 5.9 Valoración salidas de campo (en miles de $)

ÍTEM	JUSTIFICACIÓN	LUGAR	COSTO UNITARIO	#	RECURSOS			
					FINU (Efectivo)	CONTRAPARTIDA		TOTAL
						Efectivo	Especie	
1	Pruebas experimentales para validación de modelos en campo	Laboratorio de Maquinas Térmicas e Instrumentación Industrial de la Universidad del Atlántico			4.000			4.000
2	Visitas de campo para instalaciones de sistemas ORC, y otras alternativas de recuperación de calor residual	Visita al laboratorio de Biogas e Hidrogeno de la Universidad del Atlántico			5.000			5.000
TOTAL					9.000			9.000

Copia No Controlada

* Se debe justificar claramente las salidas de campo expresando su importancia para el desarrollo del proyecto.
** Se debe indicar el lugar – empresa – institución, entre otros, donde se realizará la salida de campo

Tabla 5.10 Servicios Técnicos (en miles de $)

Tipo de servicio	JUSTIFICACIÓN	RECURSOS			
		FINU (Efectivo)	CONTRAPARTIDA		TOTAL
			Efectivo	Especie	
Por definir	Caracterización fisicoquímica de Hidroxy generado	3.500	3.500		3.500
Por definir	Alquiler generador de Hidroxy	5.000	5.000		5.000
Por definir	Alquiler banco de prueba motor diesel monocilíndrico	7.000	7.000		7.000
TOTAL		**15.500**	**15.500**		**15.500**

* Se debe anexar cotización de los servicios técnicos que se requieren para el desarrollo de la investigación. *
FINU solo financia: análisis estadísticos, monto máximo 3 SMMLV Colombia, servicios de reprografía, mantenimiento y construcción de equipos requeridos para investigación.

Tabla 5.11 Documentación y Bibliografía (en miles de $)

Documentación y Bibliografía	JUSTIFICACIÓN	RECURSOS			
		FINU (Efectivo)	CONTRAPARTIDA		TOTAL
			Efectivo	Especie	
TOTAL					

* Se debe relacionar los títulos de la bibliografía que desea adquirir y anexar cotización.
** No se financia la suscripción a revistas

Tabla 5.12 Análisis y Pruebas de Laboratorio (en miles de $)

Análisis y/o ensayo	JUSTIFICACIÓN	RECURSOS			
		FINU (Efectivo)	CONTRAPARTIDA		TOTAL
			Efectivo	Especie	
TOTAL					

* Se debe anexar cotización de los análisis y/o ensayos que se requieren para el desarrollo de la investigación

Tabla 5.13 Descripción y justificación de los viajes (en miles de $)

Lugar /No. De viajes	JUSTIFICACIÓN	a. Tiquetes ($)	b. Viáticos ($)	Total días	RECURSOS			
					FINU (Efectivo)	CONTRAPARTIDA		TOTAL
						Efectivo	Especie	
TOTAL								

* Se debe justificar cada viaje en términos de su necesidad para el éxito del proyecto
* FINU solo financia viajes para la presentación de ponencia o asesoría técnica externa relacionada con el desarrollo del proyecto.
* Solo se financia la participación como ponente a un docente de planta hasta en un evento nacional y uno internacional.
* Por favor seleccionar el valor de los viáticos por día, según los valores establecidos en el acuerdo N° 013 de 2014, por el cual se fijan las escalas de viáticos y el procedimiento para su reconocimiento y pago.

Copia No Controlada

Tabla 5.14 Inscripción a Ponencias (en miles de $)

Nombre del Evento	JUSTIFICACIÓN	RECURSOS			
		FINU (Efectivo)	CONTRAPARTIDA		TOTAL
			Efectivo	Especie	
TOTAL					

*Esta participación se debe realizar en calidad de Ponente. En este rubro se debe incluir solo el valor de la inscripción de la ponencia; los costos relacionados con los tiquetes y viáticos, se relacionan en el ítem anterior (Tabla 5.13).

* Solo se financia la inscripción como ponente a un docente hasta en un evento nacional y uno internacional.

Hoja de vida (Resumen)

(A) **IDENTIFICACIÓN DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL O COINVESTIGADOR:**

Apellidos: Prada Botia	Fecha de Nacimiento 14 de octubre de 1975	
Nombre: Gaudy Carolina	Nacionalidad: Colombiana	
Correo electrónico: gaudycarolinapb@ufps.edu.co	Documento de identidad 60.369.636	Tel/fax ext 120
Entidad donde labora Universidad Francisco de Paula Santander		
Cargo o posición actual Jefe plan de estudios Ingeniería Industrial - Docente Auxiliar		

(B) **TÍTULOS ACADÉMICOS OBTENIDOS (área/disciplina, universidad, año)**
Ingeniero Mecánico – UFPS - 2002
Magister en mantenimiento industrial – UNET - 2012

(C) **CAMPOS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LOS CUALES ES EXPERTO**
Mantenimiento industrial y procesos industriales

(D) **CARGOS DESEMPEÑADOS (tipo de posición, institución, fecha) EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS**

Docente tiempo Completo 2017-2 a la fecha
Jefe Plan de estudios Ingeniería Industrial UFPS 2018-2 a la fecha
Director Semillero de investigación SINDMAT 2017-1 a la fecha

PUBLICACIONES RECIENTES
Study of the fire decomposition behavior of recycled polyethylene terephthalate (RPET) with the addition of MCA additive retardant ISSN 1742-6596

Comparison Of The Radius Of Curvature In The Cams Which Used In The Displacement Law Beziér Curves And Cyclic And Harmonic Curves; ISSN 1314-7641

Verification of compression resistance between a conventional concrete and its addition of 5, 10 and 15% in volume of fly ash replacing fine aggregate; ISSN: 1742-6596

Comparison of a transtibial socket design obtained by additive manufacturing and reverse engineering and a traditional model ISSN: 1742-6596

DECLARACIONES

Declaración sobre el impacto ambiental del proyecto:

El proyecto no tiene impacto ambiental negativo, por el contrario, sirve para aportar conocimiento respecto a la mejora de emisiones en máquinas térmicas.

Declaración de pertinencia social:

Es proyecto es de pertinencia social pues busca aportar conocimiento al desarrollo de mejora energética y mejora en las emisiones de motores diésel.

Declaración sobre el aporte a la educación:

Es de gran aporte a la formación académica de los futuros ingenieros mecánicos, civiles, electromecánicos y electrónicos de la región, pues entra a fortalecer modelos curriculares aplicados.

Disposiciones Vigentes:

No hay disposiciones vigentes contrarias para el desarrollo del proyecto.