

**DISEÑO DE UNA PLATAFORMA VIRTUAL E INTERACTIVA PARA LA
EVALUACIÓN DE PREFACTIBILIDAD DE PROYECTOS DE ENERGIA
ALTERNATIVA (SOLAR Y BIOMASA) EN PYMES DE COLOMBIA.**

CRISTHIAN DAVID ARENAS PÉREZ

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
MAYO 2019**

**DISEÑO DE UNA PLATAFORMA VIRTUAL E INTERACTIVA PARA LA
EVALUACIÓN DE PREFACTIBILIDAD DE PROYECTOS DE ENERGIA
ALTERNATIVA (SOLAR Y BIOMASA) EN PYMES DE COLOMBIA.**

CRISTHIAN DAVID ARENAS PÉREZ

Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial

**Director proyecto
KATHERINE ORTEGON MOSQUERA, Ph. D.**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
MAYO 2019**

Contenido

	pág.
GLOSARIO.....	8
RESUMEN.....	10
1 Introducción.....	11
1.1 Contexto, Justificación y Formulación del Problema	12
2 Objetivos.....	15
2.1 Objetivo del Proyecto.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3 Marco de Referencia	16
3.1 Antecedentes o Estudios Previos	16
3.2 Marco Teórico	17
3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto.....	21
4 Metodología	22
4.1 Viabilidad técnica del proyecto	22
4.2 Viabilidad financiera del proyecto.	28
4.3 Gestión legal de incentivos	30
4.4 Prototipo	31
4.5 Validación	32
5 Resultados.....	34
5.1 Diseño mapa de navegación y prototipo de la plataforma virtual Easy Energy	34
Registro	35
Página de inicio del usuario 1.....	37
Página de inicio del usuario 2.....	37
5.2 Proceso de validación de prefactibilidad de proyectos en la plataforma Easy Energy	38
Paso 1: Descripción del proyecto	39
Paso 2: información y viabilidad técnica del proyecto	39
Paso 3: viabilidad financiera.....	41
Paso 4: guía de incentivos y contacto con asesores legales.	42
5.3 Validación técnica, financiera, legal y de usabilidad de la plataforma	43
Validación técnica modelo solar	43
Validación técnica modelo biomasa	44

Validación financiera solar.....	45
Validación financiera biomasa.....	46
Validación de la gestión legal de incentivos tributarios de la plataforma.....	47
Easy Energy	47
Validación de usabilidad de la plataforma Easy Energy	48
Discusión de los resultados.....	48
Conclusiones.....	49
Recomendaciones.....	51
6 BIBLIOGRAFIA	51
ANEXOS.....	53

Lista de Figuras

Figura 1. Datos de entrada de CalculationSolar.com.....	23
Figura 2. Inversión inicial biodigestor vertical	26
Figura 3. Inversión inicial biodigestor horizontal	27
Figura 4. Incentivos tributarios de la ley 1715 del 2014	31
Figura 5. Mapa de navegación.....	34
Figura 6. Página de inicio del prototipo	35
Figura 7. Registro usuario 1 del prototipo	36
Figura 8. Registro usuario 2 del prototipo	36
Figura 9. Página inicio usuario 1 del prototipo	37
Figura 10. Página inicio usuario 2 del prototipo	38
Figura 11. Paso 1 descripción del proyecto	39
Figura 12. Paso 2 viabilidad técnica solar.....	40
Figura 13. Paso 2 viabilidad técnica biomasa.....	40
Figura 14. Paso 3 viabilidad financiera solar	41
Figura 15. Paso 3 viabilidad financiera biomasa.....	42
Figura 16. Paso 4 gestión legal de incentivos.....	43

Lista de Tablas

Tabla 1. Análisis del problema planteado	13
Tabla 2. Consideraciones previas a la construcción de un prototipo	19
Tabla 3. Producción de biogás con residuos de podas.....	24
Tabla 4. Estimación del potencial energético de la biomasa	24
Tabla 5. Características del biodigestor.....	25
Tabla 6. Valores porcentuales de evaluación financiera.....	28
Tabla 7. Datos de entrada para el cálculo de inversión inicial de proyecto solar ...	28
Tabla 8. Datos de entrada para el cálculo de factibilidad financiera	29
Tabla 9. Análisis de viabilidad financiera	29
Tabla 10. Selección de herramienta de prototipo web	31
Tabla 11. Validación técnica solar	43
Tabla 12. Validación técnica de la biomasa.....	44
Tabla 13. Validación financiera solar	45
Tabla 14. Validación financiera biomasa	46
Tabla 15. Validación de la gestión de acceso a incentivos tributarios	47

Lista de Anexos

Anexo 1. Reporte de cambios y ajustes.....	53
Anexo 2. Prototipo inicial.	54
Anexo 3. Modelos de cálculo de prefactibilidad técnica y financiera.....	54
Anexo 4. Validaciones de los modelos.	54
Anexo 5. Validaciones de usabilidad del prototipo inicial.....	54
Anexo 6. Incentivos tributarios de la ley 1715 del 2014.	54
Anexo 7. Etapas del proceso para el acceso a los incentivos tributarios.....	54
Anexo 8. Registro de proyectos de generación por FNCER ante la UPME.....	54
Anexo 9. Proceso de solicitud ante la UPME.....	54
Anexo 10. Registro de proyectos de generación por FNCER ante la ANLA.....	54

GLOSARIO

Autogeneración: “Aquella actividad realizada por personas naturales o jurídicas que producen energía eléctrica principalmente, para atender sus propias necesidades. En el evento en que se generen excedentes de energía eléctrica a partir de tal actividad, estos podrán entregarse a la red, en los términos que establezca la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) para tal fin”. (LEY 1715, 2014)

Cogeneración: “Producción combinada de energía eléctrica y energía térmica que hace parte integrante de una actividad productiva”. (LEY 1715, 2014)

Energía alternativa: Las energías alternativas o renovables son las que se aprovechan directamente de recursos considerados inagotables como el sol, el viento, los cuerpos de agua, la vegetación o el calor interior de la tierra. (Centro Virtual de Noticias, 2017)

Energía de la biomasa: “Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que se basa en la degradación espontánea o inducida de cualquier tipo de materia orgánica que ha tenido su origen inmediato como consecuencia de un proceso biológico y toda materia vegetal originada por el proceso de fotosíntesis, así como de los procesos metabólicos de los organismos heterótrofos, y que no contiene o hayan estado en contacto con trazas de elementos que confieren algún grado de peligrosidad”. (LEY 1715, 2014)

Energía solar: “Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste de la radiación electromagnética proveniente del sol”. (LEY 1715, 2014)

Mediana empresa: “Planta de personal entre 51 y 200 trabajadores; Activos totales por valor entre 5.001 y 15.000 salarios mínimos mensuales legales vigentes”. (LEY 590, 2000)

Micro empresa: “Planta de personal no superior a los diez trabajadores; Activos totales por valor inferior a 501 salarios mínimos mensuales legales vigentes”. (LEY 590, 2000)

Pequeña empresa: “Planta de personal entre 11 y cincuenta trabajadores; Activos totales por valor entre 501 y menos de 5.001 salarios mínimos mensuales legales vigentes”. (LEY 590, 2000)

Prefactibilidad: “Análisis técnico – económico de las alternativas de inversión para el desarrollo de un proyecto. Incluye: Comprobar que el proyecto sea prioritario, hacer diagnóstico del sector, definir si es técnica y económicamente viable, identificar problemas y obstáculos, presentar posibles fuentes de

financiación y concluir acorde a los resultados obtenidos del estudio identificando la mejor alternativa". (UPME, 2017)

Pyme: "Toda micro empresa, empresa pequeña o mediana según sus ingresos, el valor de su patrimonio y el número de empleados". (LEY 590, 2000)

.

RESUMEN

En este proyecto, se presenta el diseño de una herramienta virtual e interactiva, pensada para que el pequeño y mediano empresario de Colombia, pueda realizar la validación de prefactibilidad de sus iniciativas de autogeneración. El proceso planeación de dicha herramienta virtual, ha dado como resultado el diseño de la plataforma Easy Energy, la cual tiene como objetivo, ayudar a que sus usuarios gestores puedan llevar a cabo la evaluación de prefactibilidad de sus proyectos, puedan conocer los requisitos y pasos necesarios para acceder a los incentivos tributarios que el gobierno ofrece para el fomento de este tipo de iniciativas en el país y puedan contactarse con profesionales, asesores, comercializadores y demás personal que le serán de ayuda a la hora de realizar su proyecto de generación.

Palabras claves: Prefactibilidad, Pyme, Energía alternativa, Energía solar, Energía de la biomasa, plataforma virtual, interactiva.

1 Introducción

El agotamiento progresivo de las fuentes de energía más utilizadas en el mundo, combustibles fósiles, ha provocado que muchos países busquen nuevas alternativas con el fin de suplir sus demandas energéticas. Frente a este panorama, Colombia presenta características idóneas para la generación energética a partir de fuentes alternativas y renovables debido a su posición geográfica privilegiada. Colombia cuenta con una gran variedad de recursos, especialmente de tipo solar y biomasa, por lo que en la actualidad se está trabajando para lograr diversificar su matriz energética dándole mayor participación a estos métodos alternativos (Perdomo Villamil, 2017).

Entonces, ¿Por qué, en Colombia no se llevan a cabo más proyectos de generación de energías renovables y alternativas? Después de indagar en el tema, se concluyó, que se debe al desconocimiento sobre cómo iniciar el proceso de gestión por parte de los empresarios con iniciativa de creación de estos proyectos. Esto es así, puesto que dicha información no es relevante para el desarrollo de sus actividades económicas habituales, además, adquirir dichos conocimientos demanda que el empresario, explore una variedad de documentos, leyes y demás material técnico que se encuentran en diferentes fuentes requiriendo una inversión de tiempo importante.

Como solución a esta problemática, se planteó diseñar una plataforma virtual e interactiva para facilitar la validación de prefactibilidad de proyectos de energías alternativas, solar y biomasa, a empresarios de pymes de Colombia. La meta fue, diseñar una plataforma web que comprendiera los aspectos técnicos, financieros y de incentivos legales, en una solo lugar, la cual, brindara la posibilidad a sus usuarios gestores, de contactar con proveedores, consultores y demás contactos estratégicos para gestionar el proceso de desarrollo de su proyecto.

Para ello, se realizó una búsqueda de las distintas plataformas nacionales e internacionales existentes que brindaran este tipo de servicios. Después, se procedió a indagar sobre temas de gestión de perfectibilidad de proyectos de energías alternativas, enfocados a las fuentes de biomasa y solar, sus componentes y métodos, posteriormente, se crearon una serie de modelos de cálculo de los diferentes aspectos a evaluar en esta etapa inicial de prefactibilidad, así como también una interfaz gráfica de la plataforma o prototipo que finalmente fueron objeto de análisis y validación por un grupo de expertos y empresarios con potencial de generación por las fuentes solar o biomasa. Dichas validaciones sirvieron de base para la implementación de mejoras al prototipo y los modelos creados inicialmente.

1.1 Contexto, Justificación y Formulación del Problema

En Colombia, las energías alternativas y renovables se proyectan como un recurso potencial que sustituya los métodos tradicionales proporcionando una ventaja ecológica y una mejora en términos económicos. Esto, debido a que Colombia cuenta con una gran gama de recursos naturales que son propicios para el desarrollo de sistemas de producción de energía por métodos alternativos y con recursos renovables, especialmente de índole solar y de biomasa. Según el CNV (Centro Virtual de Noticias), “Colombia tiene un gran potencial en la generación de este tipo de energías por su posición geográfica y ya está trabajando en ello”. (Centro Virtual de Noticias, 2017)

No obstante, “para Colombia la energía generada por radiación solar, hasta el 2017 no representaba más del 0,008% del total de la energía generada en el país, mientras que la energía por biomasa solo representa el 0,001%”(Memoria Justificativa, 2015). Este indicador no ha incrementado en el último año, por el contrario, con los nuevos proyectos de hidroeléctricas y de extracción de combustibles fósiles que se han planteado para el país, dichos márgenes se ven disminuidos.

Sin embargo, algunas organizaciones gubernamentales, como la UPME (Unidad de Planeación Minero – Energética), han hecho un trabajo muy importante en cuanto a la promoción de proyectos de generación alternativa con este tipo de fuentes renovables. Entre ellas está la creación de la ley 1715, el compilado de normas y regulaciones más completo hasta el momento en materia de proyectos de energía que incentiven el uso de las FNCER (Fuentes No Convencionales de Energía Renovable) en el país, ofreciendo una serie de incentivos y guías como la Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014.

Al examinar este contexto nacional y compararlo con el de algunos otros países como Brasil, México o España, se observa que la carencia de proyectos de tipo FNCER, se debe a varios motivos, primeramente, muchos de los inversionistas nacionales y extranjeros ven muy riesgosa la inversión en este tipo de proyectos, pues consideran que la legislación colombiana en esta materia no les brinda suficientes garantías de retribución.

Por otro lado, el acceso a los incentivos legales ofrecidos por el gobierno nacional para la financiación de estos tipos de proyectos conlleva un proceso largo de alrededor de ocho meses hasta la aprobación, la cual está definida por el criterio de las entidades involucradas en el proceso las cuales son, la VUCE (Ventanilla Única de Comercio Exterior), la UPME, la ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales) y finalmente la DIAN (Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales).

Finalmente, a través de consultas con algunos empresarios, se evidencia que muchas de las empresas al interior del país, con el potencial para llevar a cabo este tipo de proyectos, bien sean para autogeneración o cogeneración, no conocen el proceso de gestión que se requiere y en muchos casos no están en la capacidad de acceder a consultores externos para direccionarlos.

Por lo anterior, es que este proyecto ha planteado el diseño de una plataforma virtual que sirva de guía para todo aquel empresario o posible inversionista nacional que desee emprender este tipo de proyectos. Este tipo de herramientas, ya han sido implementadas en países como España o México, los cuales hoy son potencias en el campo de la generación por fuentes alternativas, y donde cualquier persona puede a través de dichas herramientas virtuales, iniciar su proceso de gestión para la implementación sistemas de generación de energía alternativa.

El siguiente cuadro ilustra algunas causas que se examinaron y muestra las conclusiones a las que se llegaron después de consultar y revisar los casos y opiniones de algunos medianos y pequeños empresarios del país ubicados en la ciudad de Cali

Tabla 1. Análisis del problema planteado (Fuente: Elaboración Propia)

Empresario.	Empresa.
Rodrigo Santamaría Puente	Estampados Rocatex.
Felipe Guzmán	Eco 4U.
Andrés Uribe Niessen	Tumenú.com
Héctor Marino Rengifo Vidal	Casa Café

¿Por qué, en Colombia no se llevan a cabo más proyectos de generación de energías renovables y alternativas?		
Causas posibles.	Realidades.	Conclusiones.
Las personas con el capital suficiente, no se interesan por este tipo de proyectos.	En Colombia si existen muchos interesados en llevar a cabo proyectos de esta índole, pero existe temor a fracasar al tratar de llevarlos a cabo por no saber cómo gestionarlos ellos mismos.	Si existe interés y garantías de seguridad financiera, sin embargo, el desconocer cómo acceder a estas es un impedimento para muchos empresarios.
Los conocimientos necesarios para este tipo de proyectos son competencia únicamente de profesionales expertos en el tema.	Cualquier persona puede acceder a este tipo de información, la legislación, información tecnológica e instrucciones de viabilidad de proyectos, son conceptos a los que se pueden acceder fácilmente, pero hay que consultar múltiples fuentes de información.	Son conocimientos fácilmente asimilables.
No existe información al respecto de estos temas.	Particularmente en Colombia, el marco jurídico para este sector de la energía está comprendido en una sola ley, el decreto 1715 del 2014. Por otra parte, los demás temas relevantes para la realización de proyectos de	Si existe la información necesaria para llevar a cabo un proyecto, el problema es que requiere de una investigación profunda para encontrarla.

	energías alternativas están contenidos en muchos escritos y materiales teóricos, por lo que hay que buscar por varias fuentes para consolidar dichos temas.	
La comprensión de los conceptos encerrados en este marco de conocimientos es muy compleja.	Si bien es cierto que se requiere un nivel de comprensión temática mínima, no son conceptos que requieran un estudio de otros temas previos para poder llegar a ser comprendidos con un examen a conciencia.	Como ya se dijo, son conocimientos asimilables, aún para quienes son ajenos a la materia.
No existe un medio virtual por el cual se haga más fácil el acceso a los temas. Relativos a este tipo de proyectos.	En este caso particular hay que dar razón a esta posible causa, actualmente en Colombia no existe un único sitio web o aplicación, donde converja toda la información que se requiere para llevar a cabo una idea de proyecto energético alternativo.	La existencia de este medio virtual es una vacante que hay que suplir con premura.
Es costoso acceder a este tipo de información de mano de un experto.	Dependiendo de la fuente a la que se acuda, el costo de asesoramiento puede fluctuar, sin embargo, así mismo la calidad de la información puede verse afectada.	Generalmente para las pymes, el contratar un asesor para este tipo de proyectos, se sale de las posibilidades económicas para iniciar un proyecto de generación de energía alternativa y sustentable.

En esta tabla, se plantearon unas hipótesis las cuales se llamaron, causas posibles, estas fueron discutidas con los empresarios que aparecen en la sección inicial de la misma. De estas discusiones se llegaron a ciertas conclusiones, que en la tabla fueron llamadas, realidades, debido a que de esta manera es como la mayoría de los empresarios percibían la posible causa. Este ejercicio, permitió comprender el punto de vista de estos empresarios de pymes, frente al problema planteado en este proyecto, lo que brindó información valiosa para la búsqueda de una posible solución. Gracias a esto se pudo concluir que, a pesar de que existe el interés por parte de algunos empresarios, de invertir en proyectos de generación de energías renovables y alternativas, y que los conocimientos requeridos para llevarlo a cabo pueden llegar a comprenderse, aun si no se es un experto en la materia, la búsqueda de dichos conceptos puede llegar a tomar bastante tiempo y el asesorarse con expertos puede ser muy costoso, por estas razones muchos empresarios desisten de sus proyectos de energías alternativas.

2 Objetivos

2.1 Objetivo del Proyecto

Diseñar una plataforma virtual e interactiva para la gestión de prefactibilidad de proyectos de energía solar y de biomasa en Pymes.

2.2 Objetivos Específicos

1. Elaborar la estructura de la plataforma virtual para la gestión de prefactibilidad de la implementación de energías alternativas.
2. Elaborar el prototipo de la plataforma virtual.
3. Validar la funcionalidad del prototipo de la plataforma virtual y los modelos de cálculo de prefactibilidad.

2.3 Entregables

1. Archivo con la descripción detallada del diseño y contenido de la plataforma y mapa de navegación de plataforma virtual.
2. Prototipo de la plataforma virtual con la herramienta Marvel app, modelos anexos en Excel con los cálculos de viabilidad financiera y técnica para los proyectos, documento anexo de los incentivos legales para los proyectos de generación con FNCER y las condiciones de acceso a los mismos.
3. Reporte de validación de usabilidad del prototipo aplicado a dos empresas con potencial de producción energética solar y dos empresas con potencial de producción energética por biomasa y reporte de validación de funcionalidad de los modelos de cálculo de prefactibilidad aplicado a profesionales en la parte técnica, financiera y legal de incentivos de proyectos solares y por biomasa.

3 Marco de Referencia

3.1 Antecedentes o Estudios Previos

En Colombia, se han realizado varios estudios en torno a la implementación de sistemas de generación de energías alternativas, además, existen varias guías que se han hecho con el fin de promover la creación, investigación y uso de estos sistemas. La entidad encargada de realizar este tipo de estudios en el país es la UPME, y entre los estudios que han publicado resultan de gran relevancia para los antecedentes de este proyecto los siguientes.

En primer lugar, “Definir estrategias del mapa de ruta para la adaptación del sector energético frente al cambio climático” (Uribe, 2014). Este estudio contiene todo un portafolio de medidas para el sector energético, en el cual se evalúan los costos y beneficios de la implementación de las FNCE en el país, entre ellas, energía solar y por biomasa, el cual sirvió como sustento del potencial y la viabilidad del que tiene el país frente a la implementación de estos sistemas. En segundo lugar, la Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014, publicada por la UPMEN, en la que se explican todos los incentivos tributarios que se brindan a los inversionistas de proyectos de energías alternativas, explicando las condiciones y restricciones para acceder a ellos.

Finalmente, se tiene la ley 1715 del 2014, en ella se realiza una promoción y reconocimiento de la importancia de promover el desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las Zonas No Interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético (UPME, 2015).

La información anterior, sirve para definir el panorama energético actual y pronosticado del país, la necesidad que se tiene a mediano y largo plazo de implementar sistemas de energía con FNCE y la viabilidad de estos sistemas. Sin embargo, durante esta investigación, no se encontraron herramientas interactivas y virtuales mediante las cuales los usuarios pudieran evaluar la viabilidad de sus propios proyectos desde perspectivas técnicas, financieras y de incentivos tributarios.

Es claro que en el mercado global existe gran variedad de herramientas de gestión de proyectos, Microsoft ofrece algunas, como Microsoft Project. Sin embargo, no se tiene una herramienta especializada, con pasos estándares y con canales de comunicación directa con empresas y especialistas en los temas de gestión de proyectos energéticos en Colombia, que sea fácil de usar para cualquier persona,

conocedor o no de temas de gestión de proyectos o de energías alternativas. Con el fin de desarrollar el diseño de una herramienta que cumpla con dichas características, se revisó el siguiente material para hacer de este un plan viable para la posible creación de una dicha herramienta.

3.2 Marco Teórico

Para el desarrollo de este proyecto fue necesario tener claridad sobre los conceptos de energía solar y biomasa. En este caso se tendrán en cuenta las definiciones contempladas en la legislación colombiana, puesto que toda la estructura y el diseño de la plataforma virtual en cuestión, deben ir acorde a lo establecido por la legislación nacional para evitar posibles contradicciones o malas interpretaciones de los resultados obtenidos.

Partiendo del marco legal colombiano, en la Ley 1715 del 13 de mayo del 2014, en el artículo cinco se establecen ciertas definiciones que le proporcionan al lector herramientas necesarias para el desarrollo de la aplicación en cuestión tales como energía de la biomasa, energía solar entre otros; estos términos están disponibles en el glosario del presente documento como: Energía de la biomasa y Energía solar.

Aclaradas estas definiciones, se hace necesario indagar en otra serie de conceptos fundamentales para el desarrollo del diseño de la plataforma y sus componentes, entre ellos están: el concepto de Business to business (B2B), prototipos, gestión financiera de proyectos y profundización del material de legislación colombiana en materia de energía, a continuación se presentan estos conceptos.

El concepto de Business to business (B2B), resulta ser uno de los más útiles para el desarrollo de este proyecto, debido a que dentro del diseño de la plataforma virtual al que se llegará como resultado final, el relacionamiento entre empresas será uno de los factores más importantes y diferenciador del producto o herramienta final. Siendo este el caso, según La compañía Human Level, consultora SEO y de marketing digital, B2B hace referencia a aquellos modelos de negocio en los que las transacciones de bienes o la prestación de servicios se producen entre dos empresas (Sánchez, 2017).

Por otro lado, se tiene que la gestión financiera de proyectos también resulta de vital importancia, debido a que evaluar indicadores de viabilidad económica es una de las características contempladas dentro de las funciones de la herramienta virtual. Por tal motivo se investigó sobre el tipo de herramientas necesarias y se encontró que dentro de la ingeniería económica se encuentran herramientas e indicadores como, conceptos del dinero en el tiempo, valor futuro y presente, manejo y conversión de tasas, y análisis de indicadores de viabilidad como el VPN y la TIR y el Payback o tiempo de retorno de la inversión.

Otro tema relevante para el cumplimiento de este proyecto fue la creación de prototipos. Debido a que el objetivo final de este proyecto conlleva la presentación del diseño y validación del mismo, es necesario contar con un recurso que muestre de forma clara como funcionaria la plataforma virtual e interactiva, por ello, la creación de un prototipo resulta ser uno de los tres objetivos específicos de este proyecto. Siendo este el caso, se indagó en este tema y se encontró lo siguiente. Hablar de prototipos es hablar de Design thinking, Según, Tim Brown, presidente y CEO de IDEO, “Design Thinking es un acercamiento centrado en el comportamiento humano hacia la innovación, que toma herramientas del diseñador para integrar las necesidades de las personas, las posibilidades de la tecnología y los requerimientos para el éxito de un negocio”

Para Tim Brown, el método del Design thinking se desglosa en cuatro partes que componen dicha metodología: la recolección de inspiración, generación de ideas, realización de ideas tangibles y el compartir historias. Para el desarrollo de este proyecto, se tuvo en cuenta el paso número tres de esta metodología, la realización de ideas tangibles, dado que este, es el paso clave que propicia la creación del prototipo, permitiéndole al desarrollador materializar la idea que tiene en mente, esto, con el fin que su producto sea examinado desde la perspectiva de un usuario. En este orden de ideas, el Prototipo suele ser un primer modelo de estudio para analizar cómo interactúan las personas con el producto en cuestión, suele tratarse de una representación o simulación del producto final que nos permite aprender rápido, probando y testeando para incluir las modificaciones en la fase de desarrollo (Sánchez, 2017).

La construcción de un prototipo no debe ser un proceso traumático o demasiado complicado, hay que recordar que dicho elemento esta propenso a constante cambio, mejoras o total reconstrucción, por lo que la inversión de grandes recursos en el puede representar costos muy altos. Según el Seminario Iberoamericano sobre Diversidad y Accesibilidad en la Red (SIDAR), existen siete tipos de metodologías de desarrollo de prototipos, entre ellas está, el prototipado reutilizable, “También conocido como "Evolutionary Prototyping"; no se pierde el esfuerzo efectuado en la construcción del prototipo pues sus partes o el conjunto pueden ser utilizados para construir el producto real. Mayormente es utilizado en el **desarrollo de software**, si bien determinados productos de hardware pueden hacer uso del prototipo como la base del diseño de moldes en la fabricación con plásticos o en el diseño de carrocerías de automóviles” (Hom, 2019).

Dentro del diseño y construcción de páginas web existen ciertas pautas para la estandarización en la creación de dichos sitios que generan el crecimiento de la Red. Dichas normas son dictadas por el World Wide Web Consortium (W3C). Es un consorcio internacional de organizaciones vinculadas a las tecnologías de información, fundado por el llamado “padre de la Web” Tim Berners-Lee, su propósito es promover la evolución de la Red y su estandarización. Esta organización brinda una lista de

consideraciones previas a la construcción de un prototipo y se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 2. Consideraciones previas a la construcción de un prototipo (Fuente: Manual de Técnicas para el Diseño Participativo de Interfaces de Usuario de Sistemas basados en Software y Hardware)

Profundidad de la funcionalidad requerida en el prototipo.
Elección de la herramienta de prototipado y consideración de sus limitaciones.
prototipo Criterios de conclusión para el ciclo de iteración
Composición del equipo (usuarios, desarrolladores y otros implicados).
Nivel de fidelidad requerido en el prototipado.
Longitud máxima de un ciclo de iteración.
Propósito del prototipo.
Formas de manejar los conflictos entre miembros del equipo de diseño y establecimiento de consenso.

Algunas de estas consideraciones fueron parte fundamental del desarrollo del prototipo planteado en el segundo objetivo específico principalmente, profundidad de la funcionalidad, la elección de la herramienta de “prototipado”, criterios de conclusión para un ciclo de iteración o validación y el propósito del prototipo, las demás consideraciones no fueron representativas debido a que, en primer lugar no se cuenta con un equipo de trabajo por lo que su composición y forma de manejar conflictos no fueron consideraciones pertinentes y en segundo lugar tanto el nivel de fidelidad, como el tiempo de iteración, no fueron predeterminados, sino que se desarrollaron de forma natural, en otras palabras, se considera que la fidelidad del prototipo con el producto final es desconocida, puesto que, sólo se presenta un diseño que puede variar en un nivel desconocido con un producto final, y por otro lado, el tiempo de iteración o de evaluación del prototipo debía ir alineado con lo establecido en los cronogramas de este proyecto.

Una de las consideraciones más importantes para el desarrollo de este proyecto fue la elección de la herramienta de creación del prototipo, para ello se revisaron las siguientes:

1. Justinmind
2. In visión
3. Origami
4. Proto.io
5. Marvel app

Cada una de estas herramientas fue explorada y se seleccionó la más adecuada según criterios del investigador, este proceso se presenta en la sección de metodología en la tabla 10.

Por otro lado, para la prueba y testeo de un prototipo virtual, que es parte del tercer objetivo específico de este proyecto, se estudió la metodología de evaluación de prototipos virtuales que se enseña en el “Manual de Técnicas para el Diseño Participativo de Interfaces de Usuario de Sistemas basados en Software y Hardware”, en este documento se define un criterio de evaluación llamado usabilidad cómo, “la facilidad de uso de un objeto hecho por el hombre” (Floría Cortés, 2001). En el caso de la usabilidad de herramientas web, se trata de la relación persona-ordenador, estudiando la elegancia y la claridad con que está diseñada la interacción en un sitio web.

Finalmente, una de las tareas más importantes para el desarrollo de este proyecto consistió en una revisión completa de los documentos de legislación colombiana en materia energética, recursos naturales y de promoción de proyectos de generación alternativa. Esto, debido a que, dentro del diseño de la plataforma virtual, se tiene contemplado un espacio dedicado a la instrucción de los usuarios en lo que corresponde a los temas de incentivos financieros que la ley ofrece para los inversionista en proyectos de energías alternativas y renovables.

Pasando por el artículo 80 de la constitución política de Colombia, que establece que el estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución, a la ley 99 de 1993 que otorga al ministerio de medio ambiente la tarea de promover la formulación de planes de reconversión industrial ligados a la implantación de tecnologías ambientalmente sanas, llegando a la Ley 633 de 2000, la cual establece en su artículo 83 que todos los recursos del Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas se utilizarán para financiar planes, programas y proyectos de inversión destinados a la construcción e instalación de la infraestructura eléctrica que permitan la ampliación de la cobertura y satisfacción de la demanda de energía en las zonas no interconectadas.

Hasta llegar a la ley 697 del 3 de octubre del 2000, la cual incluye el término por primera vez el término “energías alternativas” incentivando su promoción a través de la creación del Programa de Uso Racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales "PROURE" y mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones y finalmente, la Ley No 1715 del 13 de mayo del 2014, la cual representa el grueso de la regulación colombiana en materia de energías alternativas y renovables, en ella está contenida todo el marco de incentivos para quienes deseen emprender proyectos de energía alternativa, siendo el objetivo de esta ley, la promoción de los proyectos de energías alternativas y renovables en el país.

3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto

Se espera que este diseño sirva de guía para un futuro desarrollo de herramientas virtuales e interactivas que indiquen la viabilidad o no de un proyecto de autogeneración alternativa y faciliten la posterior implementación de los mismos, especialmente del tipo de fuente solar y de biomasa, en distintas empresas pequeñas y medianas del país. También se espera que la implementación del producto diseñado en este proyecto sirva como una alternativa de solución al problema de la falta de conocimientos que impiden la implementación de sistemas de energías alternativas por las empresas, sin necesidad de que tengan que recurrir a costosas asesorías jurídicas, técnicas o financieras, utilizando la misma plataforma como una fuente informativa y de solución a inquietudes que sus usuarios puedan llegar a tener respecto a sus proyectos. Finalmente, se espera que este proyecto contribuya, de forma indirecta, al desarrollo de las FNCER y a la diversificación de la matriz energética del país, permitiendo así la apertura a nuevos mercados que promuevan el uso de energías alternativas.

4 Metodología

Este proyecto está dirigido las personas naturales o jurídicas que deseen y estén en las capacidades económicas para llevar a cabo el desarrollo de una herramienta virtual e interactiva que cumpla con las características ya mencionadas de gestión de prefactibilidad con el fin de ayudar a que las Pymes en Colombia puedan llevar a cabo este proceso incentivando el uso de la energía alternativa en el país.

El logro del objetivo general de este proyecto, se llevo a cabo en dos fases. En la primera fase, que comprendió el primer objetivo específico, se definió la estructura de la plataforma, se definieron los parámetros que se tuvieron en cuenta para la evaluación de prefactibilidad de los proyectos, en el caso de las evaluaciones de viabilidad financiera, se establecieron el payback, la TIR y el VPN, como parámetros de evaluación, se crearon los modelos de cálculo para la evaluación, técnica y financiera, se selecciono la información de incentivos legales tributarios para los proyectos a evaluar, y se diseñó el mapa de navegación de la misma. En la segunda fase, que contiene el segundo y tercer objetivo específico, se selecciono la herramienta para crear el prototipo y se desarrollo el mismo, se establecieron los criterios de validación para este y los modelos de evaluación técnica, financiera y legal, finalmente, se llevaron a cabo las validaciones.

4.1 Viabilidad técnica del proyecto

Para el caso de proyectos de energía solar, se utilizó la herramienta, CalculationSolar.com, [http: //calculationsolar.com/](http://calculationsolar.com/), la cual es una herramienta que calcula varios parámetros de viabilidad requeridos para una instalación fotovoltaica en cualquier parte del mundo, tomando como valores de entrada las coordenadas de ubicación del proyecto, el tipo de corriente y el voltaje de la instalación, el consumo promedio al día del usuario en Wh/día entre otros que se muestran en la figura 1 (“CalculationSolar”, 2017).

La herramienta CalculationSolar.com, ofrece a sus usuarios un informe detallado en formato PDF, el cual contiene:

- Datos de ubicación y orientación.
- Datos de consumo y generación.
- Calculo de CO2 evitado.
- Cálculos de horas sol pico.
- Cálculos de los módulos.
- Cálculos de los inversores.

- Cálculos de las baterías.
- Cálculos de los reguladores.

Todos estos son parámetros que indican la viabilidad técnica del proyecto y le servirán al usuario a la hora de llevar a cabo su posterior proceso de acceso a los incentivos tributarios.

DATOS DE LA INSTALACION

¿Donde va ha estar situada?

[Seleccionar en el mapa](#)

Latitud:

longitud:

Inclinación

45

Desorientación Sur

0

TIPO DE ENERGIA

☒ Corriente alterna
 ☐ corriente continua

Voltaje

CONSUMOS ENERGIA POR DÍA

Electrodomésticos: Wh/día

Iluminación: Wh/día

TOTAL CONSUMO Wh/día

% DE CONSUMO POR MESES

Uso habitual

Ene	Feb	Mar	Abl	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

CALCULAR

Figura 1. Datos de entrada de CalculationSolar.com (“CalculationSolar”, 2017)

Para la evaluación de prefactibilidad técnica de proyectos de generación por biomasa se utilizó el modelo presentado en el proyecto, Análisis de la cadena de suministro de un sistema bioenergética (Martínez Calderón y Espinal Peña, 2016). Este se realizó a partir de los datos y fórmulas suministradas por la UPME en su informe, Formulación de un programa básico de normalización para aplicaciones de energías alternativas y difusión (UPME, 2003). Dicho modelo brinda información sobre la posible producción de biogás, dependiendo de la materia orgánica utilizada. Este valor de producción se evalúa por día y posteriormente se convierte a MWh/año producido, adicionalmente realiza una aproximación del volumen requerido del biodigestor para cumplir con la generación de biogás pronosticada.

Con todos estos datos el usuario gestor puede darse cuenta de que proporción de su consumo energético actual podría llegar a autogenerar y de qué tamaño sería la inversión necesaria para la construcción de un biodigestor de la dimensión de volumen dada por el modelo. A continuación, se muestra un ejemplo del funcionamiento de este modelo para el caso de biomasa vegetal de residuos de podas.

Tabla 3. Producción de biogás con residuos de podas (Martínez Calderón y Espinal Peña, 2016).

PRODUCCIÓN DE BIOGÁS (Residuos de podas)		590,400	m3 de gas/año
DATOS DE ENTRADA			
Residuos de podas.			
Cantidad de residuo de podas recolectado al mes	500	Kg	
Cantidad de residuo de podas recolectado al año	6000		
Temperatura promedio del lugar	30		
		°C	

Tabla 4. Estimación del potencial energético de la biomasa (Martínez Calderón y Espinal Peña, 2016).

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA BIOMASA RESIDUAL		340	MWh/año
		39	KW
DATOS DE ENTRADA			
Biogás Producido (m3 gas /día)	590		
% de metano contenido en el gas	60%		
Biogás Útil (m3)	354		

gas /día)		
Poder Calorífico inferior del	8.560	
Potencial energético de la biomasa (MJ/día)	12.696	
Porcentaje de pérdidas generadas en el proceso de combustión	70%	
Pérdidas en el proceso de combustión (MJ/día)	8.887	
Aprovechamiento del potencial energético de la biomasa (MJ/día)	3.809	
DATOS DE SALIDA		
Aprovechamiento del potencial energético de la biomasa (MWh/día)	1	MWh/día
Aprovechamiento del potencial energético de la biomasa anual (MWh/año)	386	MWh/año

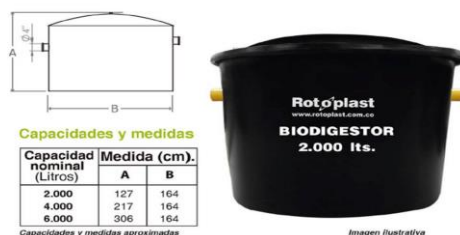
Tabla 5. Características del biodigestor (Martínez Calderón y Espinal Peña, 2016).

CARACTERISTICAS DEL BIODIGESTOR		
Tiempo de retención (TR)		
T °C Temperatura promedio del lugar	30	32 Tiempo de retención en días

Volumen del Digestor (Vd)		
1 litro= 0,001m3	253	Volumen del Biodigestor en litros
1,2 m3 de volumen adicional para almacenamiento de biogás	0	Volumen del Biodigestor en m3

Como se puede observar en este ejemplo, los valores de entrada obedecen a los datos de generación de residuos y temperatura ambiente, para los que posteriormente se obtiene un estimado de generación de biogás, este dato, es transformado en segunda instancia en su equivalente de energía eléctrica anual y finalmente se obtiene el dato de volumen necesario del biodigestor, valor con el cual el usuario obtendrá un aproximado de valor de inversión inicial necesario para adquirir dicho equipo, las opciones de inversión ofrecidas por el modelo son las siguientes.

Biodigestor vertical.



Precio aproximado en Colombia (Inv. Inicial)
2000 Lts = \$ 1.600.000
4000 Lts = \$ 3.200.000
6000 Lts = \$ 4.800.000

Figura 2. Inversión inicial biodigestor vertical ("Rotomoldeo en Colombia Tanques Plásticos En Colombia Rotoplast", 2019)

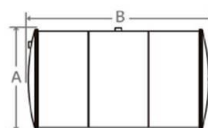
Biodigestor horizontal.



Capacidades y medidas

Capacidad nominal (Litros)	Medida (cm).	
	A	B
4.500	168	254
7.000	168	385
10.000	168	475
12.000	168	585
14.000	168	695
16.000	168	807
18.000	168	917
20.000	168	1.027

Capacidades y medidas aproximadas



Precio aproximado en Colombia (Inv. Inicial)	
4500 Lts = \$	3.100.000
7000 Lts = \$	4.822.222
10000 Lts = \$	6.975.000
12000 Lts = \$	8.266.666
14000 Lts = \$	9.644.444
16000 Lts = \$	11.022.222
18000 Lts = \$	12.400.000
20000 Lts = \$	13.777.777

Figura 3. Inversión inicial biodigestor horizontal ("Rotomoldeo en Colombia Tanques Plásticos En Colombia Rotoplast", 2019)

4.2 Viabilidad financiera del proyecto.

Para la sección de gestión de prefactibilidad financiera del proyecto, para sistemas de generación fotovoltaica y por biomasa, se utilizó el modelo planteado en el estudio, Análisis financiero para la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica para el centro recreacional Club Naval de Oficiales Santa Cruz de Castillo grande (Gómez Niño y Álzate Rincón, 2016). Este documento brinda la tabla de datos estadísticos que se muestra a continuación, los cuales fueron utilizados en la validación financiera de los proyectos solares y de biomasa.

Tabla 6. Valores porcentuales de evaluación financiera (Gómez, 2016)

Energía	6.00 %
Mantenimiento	0.75 %
Aumento anual del mantenimiento	3.00 %
Degradación SFV / año	0.70 %
RATIO	9.60 %

El modelo de validación de esta sección está comprendido para un periodo de 25 años, tiempo promedio de vida de una celda fotovoltaica. Además, vincula datos del consumo total en un año del usuario gestor y su estrato socioeconómico. La viabilidad financiera está determinada por tres indicadores básicos, el VPN (valor presente neto), la TIR (tasa interna de retorno) y el Payback simple. A continuación, se muestra un ejemplo de validación para la factibilidad financiera de un proyecto que plantea la implementación de un sistema fotovoltaico con un potencial de generación de 1000Wh/día que requiere de dos baterías y se ubica en un sector residencial de estrato 3.

Tabla 7. Datos de entrada para el cálculo de inversión inicial de proyecto solar (Fuente: Elaboración Propia)

Datos de entrada.		
Producción total al año	1000	kW
Consumo total al año	950	kW
Numero de baterías	2	
Costo Planta Solar COL1000 + IVA	\$ 6.049.543,50	
Baterías+ IVA	\$ 3.094.000,00	
Costo real planta periodo 25 años	\$ 9.143.543,50	

Tabla 8. Datos de entrada para el cálculo de factibilidad financiera (Fuente: Elaboración Propia)

Datos de entrada.	
Costo inicial	\$ 9.143.543,50
Consumo total del año anterior	7240,0 kWh
Estrato socioeconómico	3

Tabla 9. Análisis de viabilidad financiera (Fuente: Elaboración Propia)

Años	Precio de la energía	Costo de la energía con el sistema	Mantenimiento	total
0				\$ -9.143.543,50
1	\$ 3.226.868,00	\$ -	\$ 68.576,58	\$ 3.158.291,42
2	\$ 3.591.504,08	\$ -	\$ 70.633,87	\$ 3.520.870,21
3	\$ 3.771.079,29	\$ -	\$ 72.752,89	\$ 3.698.326,40
4	\$ 3.959.633,25	\$ -	\$ 74.935,48	\$ 3.884.697,78
5	\$ 4.157.614,92	\$ -	\$ 77.183,54	\$ 4.080.431,37
6	\$ 4.365.495,66	\$ -	\$ 79.499,05	\$ 4.285.996,61
7	\$ 4.583.770,44	\$ -	\$ 81.884,02	\$ 4.501.886,43
8	\$ 4.812.958,97	\$ -	\$ 84.340,54	\$ 4.728.618,43
9	\$ 5.053.606,91	\$ -	\$ 86.870,76	\$ 4.966.736,16
10	\$ 5.306.287,26	\$ -	\$ 89.476,88	\$ 5.216.810,38
11	\$ 5.571.601,62	\$ -	\$ 92.161,18	\$ 5.479.440,44
12	\$ 5.850.181,70	\$ -	\$ 94.926,02	\$ 5.755.255,68
13	\$ 6.142.690,79	\$ -	\$ 97.773,80	\$ 6.044.916,99
14	\$ 6.449.825,33	\$ -	\$ 100.707,01	\$ 6.349.118,32
15	\$ 6.772.316,60	\$ -	\$ 103.728,22	\$ 6.668.588,37
16	\$ 7.110.932,43	\$ -	\$ 106.840,07	\$ 7.004.092,35
17	\$ 7.466.479,05	\$ -	\$ 110.045,27	\$ 7.356.433,77
18	\$ 7.839.803,00	\$ -	\$ 113.346,63	\$ 7.726.456,37
19	\$ 8.231.793,15	\$ -	\$ 116.747,03	\$ 8.115.046,12
20	\$ 8.643.382,81	\$ -	\$ 120.249,44	\$ 8.523.133,36
21	\$ 9.075.551,95	\$ -	\$ 123.856,92	\$ 8.951.695,02
22	\$ 9.529.329,54	\$ -	\$ 127.572,63	\$ 9.401.756,91
23	\$ 10.005.796,02	\$ -	\$ 131.399,81	\$ 9.874.396,21
24	\$ 10.506.085,82	\$ -	\$ 135.341,81	\$ 10.370.744,02
25	\$ 11.031.390,11	\$ -	\$ 139.402,06	\$ 10.891.988,05
Ahorro total				\$ 151.412.183,68
VPN				\$ 38.762.512,86
TIR				41%
Payback AÑOS				3

Como se observa, el primer paso es calcular el valor aproximado de la inversión inicial para el proyecto. Posteriormente, se calculan los ahorros posibles generados al implementar el sistema foto voltaico y se calculan los indicadores de viabilidad, que son, el ahorro total, el VPN, la TIR y el Payback simple en años. El mismo proceso se lleva a cabo para los sistemas de generación energética por biomasa, variando el método de cálculo de inversión inicial, en los que se utilizan los valores estándares mostrados en las figuras dos y tres, se selecciona el valor adecuado de acuerdo al dato de volumen del biodigestor entregado por el modelo de prefactibilidad técnica de los proyectos de biomasa. Cabe resaltar que los valores de inversión utilizados en este modelo, fueron obtenidos a partir de cálculos lineales derivados de un valor estándar hallado en el mercado colombiano.

4.3 Gestión legal de incentivos

Para la gestión legal de incentivos se utilizó, como principal fuente de información el documento expedido por la UPME, “Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014”. Este, presenta los conceptos y procedimientos necesarios para que el usuario conozca cada uno de los incentivos ofrecidos por el gobierno y el proceso de aplicación ante la UPME y la ANLA, (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales), los cuales estarán disponibles de manera general y en forma de mapas mentales en la plataforma, con el fin de facilitar la comprensión de los mismos al usuario. A continuación, se presenta un ejemplo de una de las imágenes disponibles en la plataforma virtual, las demás, se encuentran en la sección de anexos de este documento.

Dicha información, unida con los datos de viabilidad técnica y financiera aportados por la plataforma utilizando los modelos antes presentados, deberá ser suficiente para que el usuario tenga herramientas técnicas y teóricas para emitir un criterio de prefactibilidad, además, de brindarle datos que le serán útiles a la hora de presentar su proyecto ante la UPME y la ANLA para gestionar la aprobación de los incentivos tributarios.

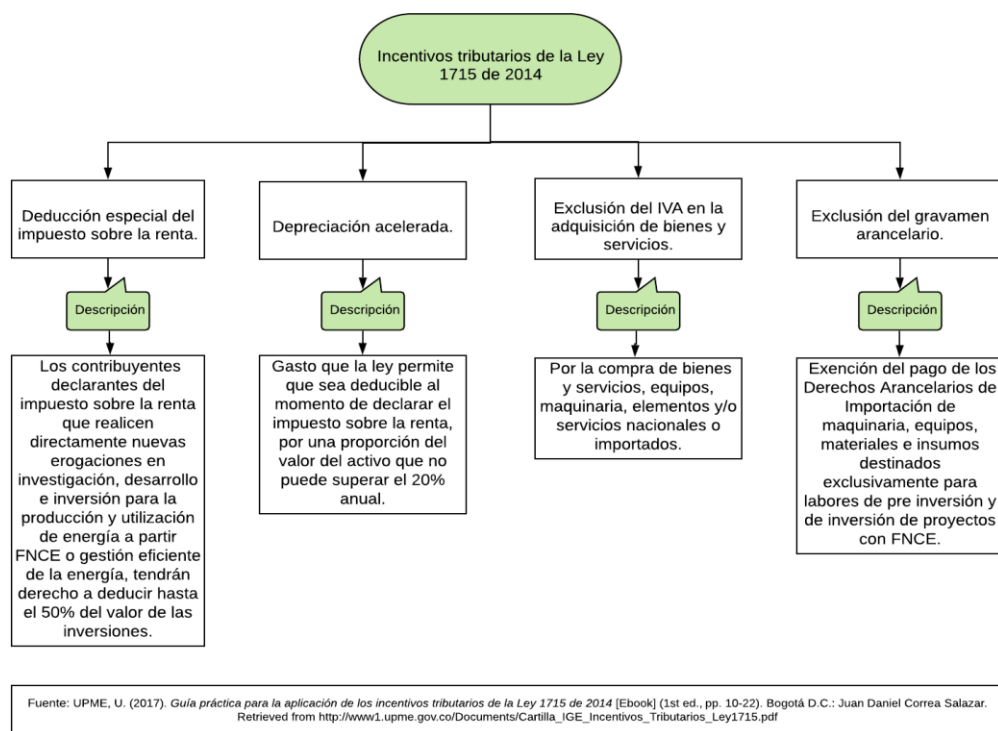


Figura 4. Incentivos tributarios de la ley 1715 del 2014 (Fuente: Elaboración Propia)

4.4 Prototipo

Para el cumplimiento del segundo objetivo se llevó a cabo la selección del método y herramienta de creación del prototipo. El método seleccionado para este caso, debido a la naturaleza digital del consecuente producto que se planteó diseñar, fue un prototipo web, con el cual se pudiese llevar a cabo la validación final, presentando a los posibles usuarios un escenario realista.

Para la selección de la herramienta a utilizar se realizó un proceso de investigación de algunas plataformas de creación de prototipos disponibles en internet. Posteriormente, se definieron los siguientes criterios de selección: accesibilidad, opción de prototipo de plataforma web, facilidad de uso, límites de cuenta gratuita y referencias de otros usuarios. Estos se calificaron de forma cualitativa por el investigador arrojando los siguientes resultados.

Tabla 10. Selección de herramienta de prototipo web (Fuente: Elaboración Propia)

Plataforma.	Accesibilidad.	Prototipo web.	Facilidad de uso.	Limites de cuenta gratuita.	Referencias.
Justinmind	outline	si	media	No simulación.	No

In visión	online	si	baja	Hasta 1 proyecto.	No
Origami	online	si	baja	No compatible.	No
Proto.io	online	si	baja	15 días de uso gratis.	No
Marvel app	online	si	alta	Hasta 1 proyecto.	Sí

Una vez realizado este proceso, se encontró que la plataforma que mejor cumplió con las características, desde la perspectiva cualitativa del investigador, fue la herramienta Marvel app. Esta, tuvo un mejor desempeño según los criterios evaluados por el investigador, siendo de fácil acceso desde cualquier ordenador conectado a internet, brindando la opción de prototipo web, tenido una alta facilidad de uso, no representando restricción de su uso gratuito a un tiempo determinado, lo que permite trabajar en el mismo proyecto durante plazos indefinidos, y contando con referencias de otros usuarios cercanos al investigador.

4.5 Validación

La etapa de validación del modelo implementado hace referencia al tercer objetivo específico del proyecto. Esta, se llevó a cabo a través de las siguientes tareas, preparar el material de evaluación (formatos, presentaciones, etc.), determinar evaluadores y contactarlos, diligenciar los formatos de evaluación y redactar los resultados y retroalimentación. Este proceso, se desarrolló en dos niveles, el primero, fue una evaluación del criterio de usabilidad y el segundo fue una validación con expertos en los temas de financiación, validación técnica y acceso a incentivos legales para proyectos de FNCER, solar y por biomasa.

A continuación, se presentan los perfiles de los evaluadores de los modelos de validación de prefactibilidad y de las empresas con que se evaluó el criterio de usabilidad, junto con sus respectivos representantes. Los formatos de validación del criterio de usabilidad, se encuentran en la sección de anexos.

Para la validación técnica y financiera solar, el ingeniero **Carlos Roncancio**, Ingeniero Especialista en Eficiencia Energética quien actualmente dicta el curso de eficiencia energética en el departamento de ingeniería industrial de la Universidad Icesi y presta servicios de Asesor-Consultor Freelance en Eficiencia y Soluciones Energéticas, fue quien sirvió de asesor y evaluador. En la validación técnica y financiera de proyectos de generación energética por biomasa, fue el ingeniero en energía, **Quentin Bulcourt**, quien lleva nueve años trabajando en temas de biogás, es cofundador de la empresa NOVATIO, empresa dedicada a dar soluciones de ingeniería costo-eficientes para valorizar desechos orgánicos y transformarlos en energía limpia y quien, actualmente, desempeña el cargo de director técnico de dicha empresa, fue quien sirvió de asesor y evaluador.

El ingeniero, **Alexander Valencia Cruz**, es CEO de la empresa Caia Ing, dedicada a “Ofrecer soluciones de sostenibilidad ambiental y energética a empresas del sector real, proveedores de tecnología y gremios que quieren mejorar su desempeño ambiental y a la vez potencializar su negocio y cumplir con la normatividad ambiental vigente” (CAIA Ingeniería, 2019). Fue quien sirvió de evaluador de la gestión legal de incentivos tributarios.

Con Eco 4U, empresa que busca darle un manejo a los materiales de desecho orgánicos de podas e inorgánicos de botellas plásticas en la ciudad de Cali empleando la economía circular, de la mano de su representante y sujeto evaluado el señor, Felipe Guzmán, empresario e ingeniero industrial egresado de la Universidad Icesi y la empresa, **TuMenú.co**, empresa dedicada a la fabricación, venta y distribución de comida saludable refrigerada y empacada al vacío, con su representante y sujeto evaluado fue el señor, Andrés Uribe Niessen, ingeniero industrial de la Universidad Icesi, gerente general de la misma y gerente comercial de **Orquídeas del Valle S.A.S**, se llevó a cabo el proceso de validación de usabilidad del prototipo para proyectos por biomasa.

Con la empresa, **Casa Café**, que actualmente lleva un proceso de gestión para implementar energía solar en sus instalaciones, por parte de su representante y sujeto evaluado, el señor, Héctor Marino Rengifo Vidal, ingeniero agrónomo y comunicador social retirado, con más de 20 años de experiencia en temas de generación de biogás y otros sistemas de generación de energía alternativa y la empresa, **Estampados Rocatex**, dedicada al estampado sobre todo tipo de material, con más de 15 años de experiencia en el mercado, con su representante y gerente general, Rodrigo Santamaría Puente, quien es ilustrador gráfico y estampador profesional, se llevó a cabo el proceso de validación de usabilidad del prototipo para proyectos de generación de energía solar.

5 Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos. Para el primer y segundo objetivo específico, se presenta el diseño de la plataforma virtual, en el cual se muestra el mapa de navegación de la plataforma, las partes de la misma, el prototipo final y los modelos de validación de prefactibilidad que se encuentran en la sección de anexos. Para el desarrollo del tercer objetivo específico, se presentan los resultados de las entrevistas y pruebas de usabilidad a las cuatro Pymes seleccionadas, así como también la retroalimentación recibida de cada uno de los expertos de los modelos desarrollados y finalmente se realiza el análisis y discusión general y conclusiones.

5.1 Diseño mapa de navegación y prototipo de la plataforma virtual Easy Energy

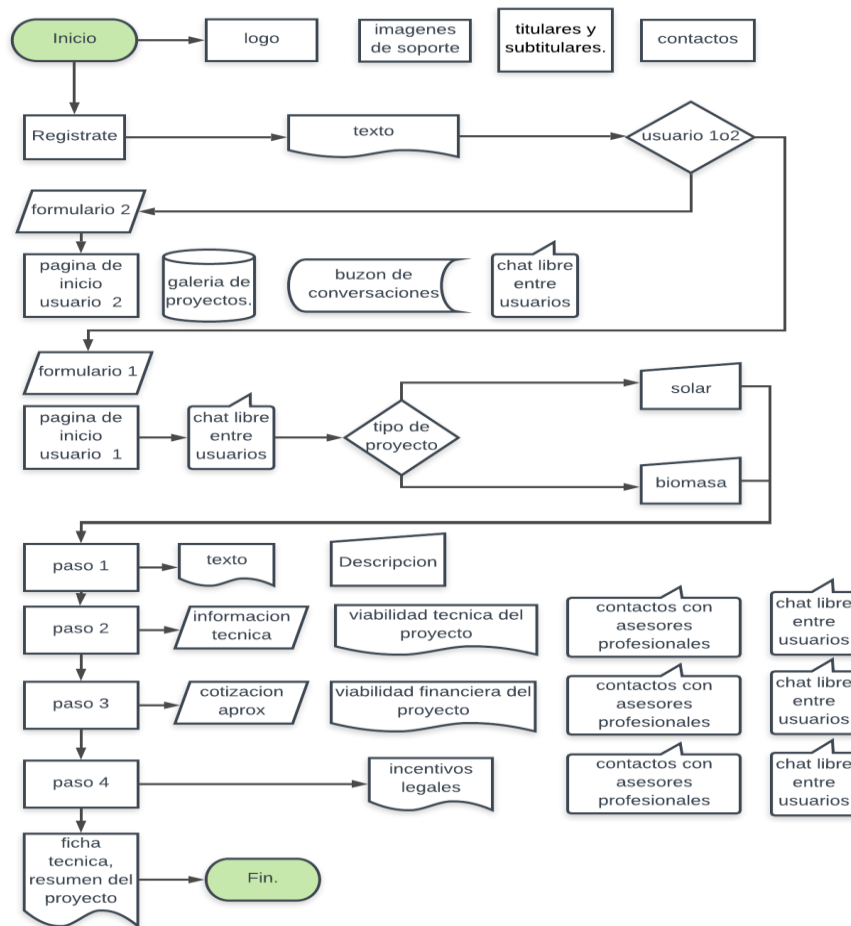


Figura 5. Mapa de navegación. (Fuente: Elaboración Propia)

Inicio

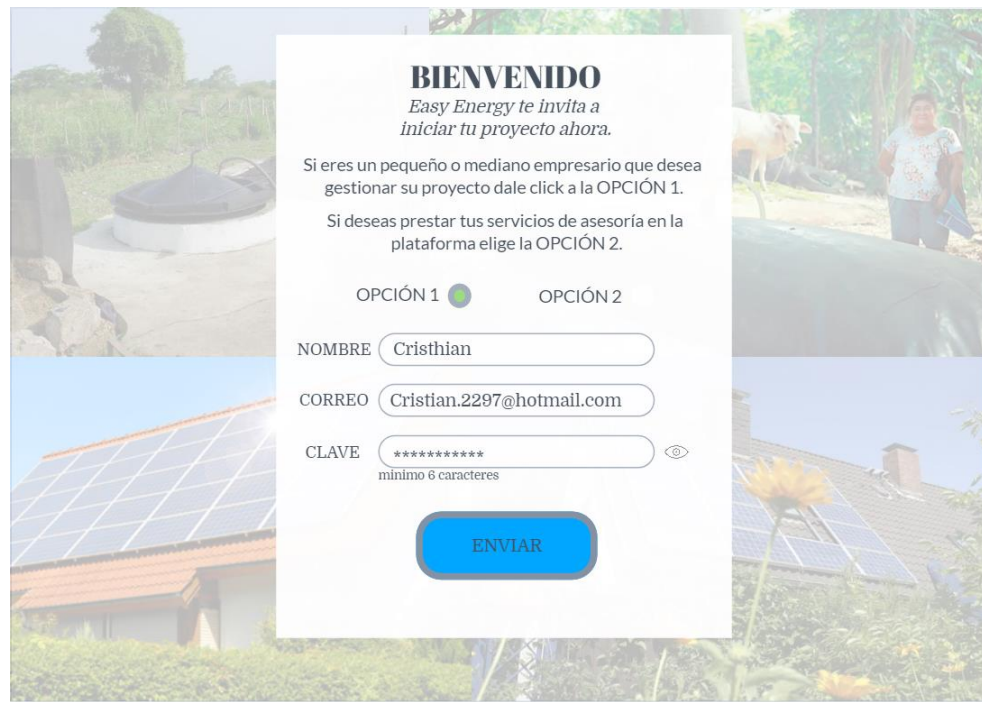
Esta es la sección de presentación de la plataforma, con ella se espera que el usuario comprenda claramente de lo que se trata la herramienta y su función para que posteriormente se registre para llevar a cabo su proceso de gestión de prefactibilidad de su proyecto.



Figura 6. Página de inicio del prototipo. (Fuente: Elaboración Propia)

Registro

Existen dos tipos de usuarios, el usuario tipo 1 que es el pequeño o mediano empresario que desea llevar a cabo la validación de prefactibilidad de su proyecto energético y el usuario tipo 2 que es todo aquel profesional o empresario que desee ofrecer sus servicios de asesoría dentro de la plataforma de Easy Energy esto, a cambio de publicidad en la página y contactos directos con posibles clientes de sus productos y/o servicios. Una vez se haya especificado el tipo de usuario de cuenta que se va a generar, se procede al siguiente listado de inscripción.



BIENVENIDO
Easy Energy te invita a iniciar tu proyecto ahora.

Si eres un pequeño o mediano empresario que desea gestionar su proyecto dale click a la OPCIÓN 1.

Si deseas prestar tus servicios de asesoría en la plataforma elige la OPCIÓN 2.

OPCIÓN 1 ☒ OPCIÓN 2 ☐

NOMBRE

CORREO

CLAVE
minimo 6 caracteres

Figura 7. Registro usuario 1 del prototipo. (Fuente: Elaboración Propia)



BIENVENIDO
Easy Energy te invita a iniciar tu proyecto ahora.

Si eres un pequeño o mediano empresario que desea gestionar su proyecto dale click a la OPCIÓN 1.

Si deseas prestar tus servicios de asesoría en la plataforma elige la OPCIÓN 2.

OPCIÓN 1 ☐ OPCIÓN 2 ☒

SERVICIO: TECNICO ☒ FINANCIERO ☐ LEGAL ☐

Energía: SOLAR ☒ BIOMASA ☐

NOMBRE:

CORREO:

CLAVE:
minimo 6 caracteres

Figura 8. Registro usuario 2 del prototipo. (Fuente: Elaboración Propia)

Página de inicio del usuario 1

La página de inicio del usuario 1, es la pantalla principal con la que se encontrara una vez este haya creado y accedido a su cuenta. En ella, encontrará el registro de sus proyectos, podrá realizar cambios a su información de usuario y acceder al chat abierto entre usuarios donde podrá conocer y compartir experiencias con otros usuarios gestores y empresas asociadas a la plataforma. Los aspectos más importantes de esta sección son las opciones de selección de proyecto y el botón de “siguiente” puesto que son las primeras acciones que deberá ejecutar para comenzar el proceso de gestión de prefactibilidad.



Figura 9. Página inicio usuario 1 del prototipo. (Fuente: Elaboración Propia)

Página de inicio del usuario 2

A esta tendrá acceso el usuario 2 una vez haya realizado su proceso de registro. Una de las características más relevantes de la página de inicio del usuario 2 es el buzón de mensajes, en esta sección los asesores reciben las consultas de los otros usuarios 1 y pueden establecer comunicación directa con ellos mediante la plataforma, además, si los usuarios tipo 1 les dan acceso pueden verificar los balances de viabilidad que han obtenido en sus proyectos y de esta forma dar una

mejor asesoría. Adicionalmente, el usuario 2 tendrá la opción de participar del chat abierto entre usuarios, ahí podrá tomar la iniciativa y contactarse con prospectos de clientes para sus negocios. Los usuarios tipo 2 tendrán la opción de compartir información sobre sus negocios, eventos y productos vía chat abierto entre usuarios y almacenar los proyectos con los que se encuentren en gestión de asesoría desde la galería de proyectos.



Figura 10. Página inicio usuario 2 del prototipo. (Fuente: Elaboración Propia)

5.2 Proceso de validación de prefactibilidad de proyectos en la plataforma Easy Energy

Con el fin de brindar un servicio de calidad, intuitivo y completo, se dividió el proceso de validación de prefactibilidad en la plataforma en 4 pasos.

- Paso 1: Descripción del proyecto.
- Paso 2: Viabilidad técnica del proyecto.
- Paso 3: Calculo de inversión inicial y viabilidad financiera.
- Paso 4: Incentivos legales y proceso para acceder a ellos.

A continuación se muestra cada uno de estos pasos en el prototipo final:

Paso 1: Descripción del proyecto

En esta sección el usuario 1 deberá hacer una breve descripción de su negocio. Esta información resulta de vital importancia puesto que la plataforma cuenta con una galería de proyectos en la cual es cargada la información y posteriormente puesta a disposición de los usuarios tipo 2 en sus respectivas páginas de inicio personal. Esto con el fin de brindar otra manera en la que los usuarios tipo 1 y los usuarios tipo 2 puedan relacionarse reduciendo el tiempo de búsqueda para los usuarios tipo 2 de sus potenciales clientes y acelerando el tiempo de relacionamiento con expertos y asesores para los usuarios tipo 1.

The screenshot shows a web form titled 'Paso 1.' for project description. At the top, there is a header with the 'Easy Energy' logo, a customer service line number (900 990 0420), social media icons for B, Facebook, and Instagram, and a user profile icon labeled 'Cristhian.'. The main heading is 'ENERGIA SUSTENTABLE PARA TODOS'. The form itself has a title 'Paso 1.' and a sub-header 'Maximo 52 palabras.' followed by ten horizontal lines for text entry. To the left of the text area, there is a text box with instructions: 'Déjanos saber más de tu empresa, descríbela brevemente incluyendo información como: el nombre, la razón social, el tiempo en el mercado y su ubicación actual. Además, nos interesa saber la razón por la que deseas llevar a cabo este proyecto y que avances has hecho por fuera de esta plataforma con respecto a su gestión de prefactibilidad.' To the right of the text area, there is a green speech bubble icon with the text 'Chat libre entre usuarios'. At the bottom of the form is a green button labeled 'SIGUIENTE.'.

Figura 11. Paso 1 descripción del proyecto. (Fuente: Elaboración Propia)

Paso 2: información y viabilidad técnica del proyecto

En esta nueva sección de la plataforma, en el caso de energía solar, el usuario encontrará una serie de instrucciones para utilizar la herramienta CalculationSolar, y un botón de enlace directo a ellas, además de una lista de proveedores de sistemas, equipos y servicios que él podría llegar a requerir, estos, tendrán una señalización roja o verde, dependiendo si se encuentran o no suscritos a la plataforma, verde para los que están y rojo en el caso contrario. En el caso de proyectos de energía por biomasa, el usuario deberá seleccionar el sector al cual pertenece su empresa, posteriormente, dependiendo del sector seleccionado

deberá ingresar unos datos a la plataforma en el orden que se muestra en la figura 13.

Figura 12. Paso 2 viabilidad técnica solar. (Fuente: Elaboración Propia)

Figura 13. Paso 2 viabilidad técnica biomasa. (Fuente: Elaboración Propia)

Paso 3: viabilidad financiera

Una vez realizada la gestión de viabilidad técnica del proyecto, el usuario podrá descargar un informe de factibilidad y acceder a la siguiente ventana de viabilidad financiera, para el caso de proyectos solares y de biomasa, los datos que se muestran a continuación servirán para calcular el valor de inversión inicial y posteriormente los índices de viabilidad vistos en la sección de metodología.

Easy Energy

línea de servicio al cliente: 300 990 0420.

ENERGIA SUSTENTABLE PARA TODOS

Paso 3.

Es hora de conocer más sobre la viabilidad financiera de su proyecto, aquí obtendrá un informe de viabilidad financiera de su proyecto solo diligencie el formulario que se presentan a continuación.

Producción total al año: kW

consumo total al año: kW

Estrato: 1 2 3 4 5 6

Recuerde que puede comunicarse con profesionales de la lista de asesores técnicos dando click sobre el logo de alguno de ellos.

Asesores financieros.

Caia Ing

BDC Business Development Colombia

CS CONSULTORES

Chat libre entre usuarios

DESCARGAR INFORME. SIGUIENTE.

Figura 14. Paso 3 viabilidad financiera solar. (Fuente: Elaboración Propia)

Easy Energy línea de servicio al cliente: 300 390 0420. B f i Cristhian.

ENERGIA SUSTENTABLE PARA TODOS

Asesores financieros.

Paso 3.

Es hora de conocer más sobre la viabilidad financiera de su proyecto, aquí obtendrá un informe de viabilidad financiera de su proyecto solo diligencie el formulario que se presentan a continuación.

Volumen del biodigestor: Lts

consumo total al año: kW

Estrato: ① ② ③ ④ ⑤ ⑥

Recuerde que puede comunicarse con profesionales de la lista de asesores técnicos dando click sobre el logo de alguno de ellos.

DESCARGAR INFORME. SIGUIENTE.

Caia_{ing}

BDC Business Development Colombia

CS CONSULTORES

Chat libre entre usuarios

Figura 15. Paso 3 viabilidad financiera biomasa (Fuente: Elaboración Propia)

Paso 4: guía de incentivos y contacto con asesores legales.

Una vez realizada la gestión de viabilidad financiera en el paso anterior, el siguiente será el referente a los incentivos legales y como acceder a ellos. En esta nueva pantalla, el usuario encontrara una serie de opciones de exploración que dirigen a una galería de mapas conceptuales con instrucciones y definiciones precisas referente al tema de incentivos. Adicionalmente, el usuario tendrá en la plataforma el link de acceso a la Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014 (UPME, 2016). En el que obtendrá información detallada de cada incentivo y el procese de gestión ante los distintos entes gubernamentales. Los mapas a los que tendrá acceso el usuario se encuentran en la sección de anexos de este documento con el nombre, incentivos tributarios y procesos de gestión.

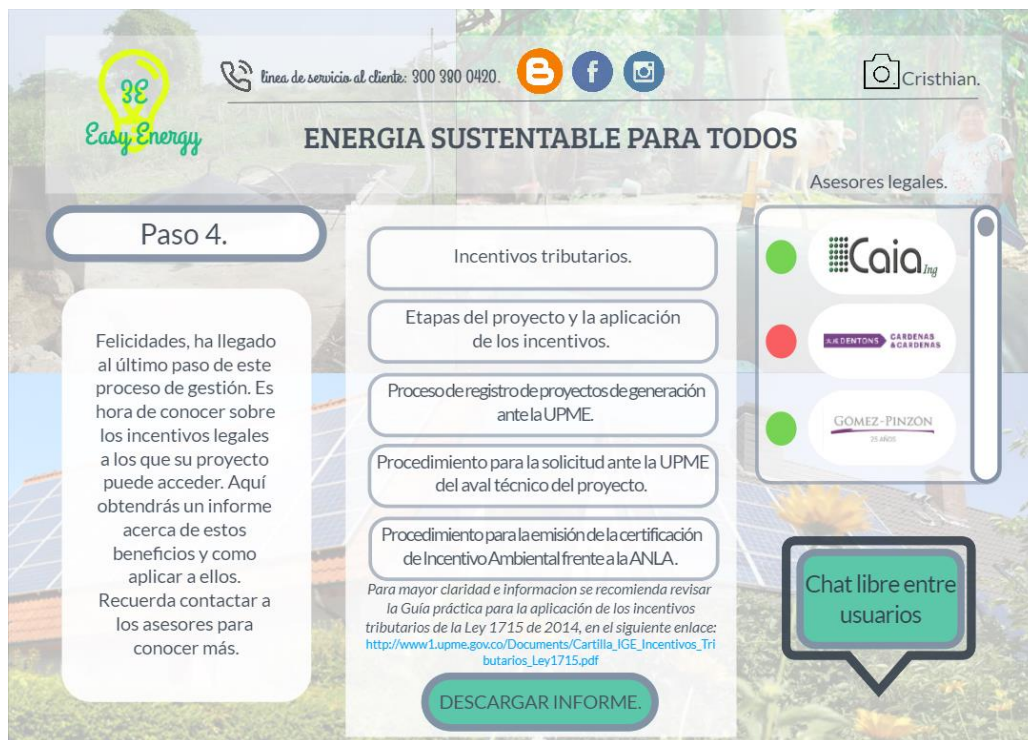


Figura 16. Paso 4 gestión legal de incentivos. (Fuente: Elaboración Propia)

5.3 Validación técnica, financiera, legal y de usabilidad de la plataforma

Se muestra el análisis de validación técnica, financiera, legal y de usabilidad de los modelos de evaluación de la plataforma virtual Easy Energy, revisando los datos recolectados de los formatos de validación. El criterio de aceptación de los modelos evaluados para la gestión de prefactibilidad es el siguiente, den cumplir satisfactoriamente, con un mínimo del 70% de los criterios con los cuales fueron evaluados, estos se determinaron teniendo en cuenta, que tan confiable puede llegar a ser el criterio de prefactibilidad que los modelos brinden al posible usuario de la plataforma.

Validación técnica modelo solar

Tabla 11. Validación técnica solar (Fuente: Elaboración Propia)

Criterios de evaluación técnica solar.	Calificación de 1 a 5, siendo 5 la mejor.
La herramienta CalculationSolar.com es adecuada para realizar un proceso de gestión técnica para la prefactibilidad de proyectos solares.	4
Los datos de entrada de la herramienta son suficientes y adecuados para analizar la	4

prefactibilidad técnica de un proyecto solar en Pymes de Colombia.	
Los datos aportados por la herramienta son útiles para que los usuarios tengan un criterio de prefactibilidad acertado.	5
Los datos aportado por el modelo son suficientes para analizar la prefactibilidad técnica de un proyecto solar.	4
La herramienta CalculationSolar.com es adecuada para que el usuario dimensione la magnitud de generación solar necesaria.	3
La herramienta CalculationSolar.com sirve para que el usuario pueda diseñar un sistema de generación solar apropiado para sus requerimientos.	3
	total = 23
	porcentaje de cumplimiento= 77%

Sugerencias y aportes.

Debe revisar la herramienta utilizada puesto que pide unos datos de consumo en "electrodomésticos " y si estamos hablando de medianas o pequeñas empresas, muchas de ellas, a pesar de su tamaño, utilizan maquinaria no catalogada como electrodomésticos por lo que puede ser un inconveniente a la hora de que el usuario la utilice.

Se cumplió en un 77% con los criterios de evaluación, lo que significa que la herramienta empleada sirve para determinar la viabilidad técnica en la etapa de prefactibilidad de un proyecto solar, su debilidad radica en la limitación que esta tiene para diseñar el sistema de generación como tal, sin embargo, el diseño de dicho sistema sería un valor agregado puesto que la plataforma Easy Energy está limitada a brindar unos datos específicos para evaluar la prefactibilidad del proyecto que, como se puede observar en el tercer criterio, obtuvo la puntuación mayor. Cabe aclarar que solo se evaluó la parte de cálculo de la herramienta en cuestión, puesto que esta cuenta con otras dos secciones de componentes y fotografías, que no se utilizaron dentro de la plataforma.

Validación técnica modelo biomasa

Tabla 12. Validación técnica de la biomasa (Fuente: Elaboración Propia)

Criterios de calificación.	Calificación de 1 a 5, siendo 5 la mejor.
Los distintos tipos de biomasa evaluados son los adecuados tenido en cuenta el contexto nacional de generación de residuos orgánicos	4
Los índices utilizados para la evaluación de generación de biogás y energía eléctrica se emplean de manera correcta en el modelo.	5
Los datos de generación (biogás y electricidad) aportados por el modelo son cercanos a la realidad de acuerdo a la cantidad de biomasa.	5
Los datos de entrada del modelo son suficientes y adecuados para analizar la prefactibilidad técnica de un proyecto de biomasa.	5
Los datos aportados por el modelo son útiles para que los usuarios tengan un criterio de prefactibilidad acertado.	4

Los datos aportado por el modelo son suficientes para analizar la prefactibilidad técnica de un proyecto de biomasa.	4
Los biodigestores recomendados por el modelo son adecuados para el tratamiento y transformación de los distintos tipos de biomasa.	4
Los valores de inversión de los biodigestores recomendados se acercan a los valores reales del mercado de acuerdo al volumen especificado.	3
Total=	34
Porcentaje=	85%

Sugerencias y aportes.

se recomiendo incluir el análisis de generación a partir de los residuos del cultivo de café, pues este es uno de los principales productos producidos en el país, se recomiendo buscar proveedores de equipos de biodigestión mas asequibles en el mercado y se recomienda especificar el tipo de criadero del que se quiere calcular el potencial de generación, debido a que en caso de los cerdos, el peso promedio del animal pude variar dependiendo si se trata de una granja productora de pie de cría, productora de lechones, de ciclo completo o engordadora.

El modelo de gestión de prefactibilidad técnica para procesos de generación por biomasa, cumplió satisfactoriamente en un 85% con los criterios de evaluación propuestos, lo cual indica que a través de este, el posible usuario de la plataforma podrá tener, con un alto grado de confiabilidad, un criterio de prefactibilidad técnica de su proyecto, además, cabe resaltar que el modelo se limito a cierta variedad de residuos orgánicos, sin embargo, la inclusión de nuevos materiales para la generación de biogás es una acción que se puede realizar, siempre y cuando se cuente con los parámetros correctos según la norma colombiana.

Validación financiera solar

Tabla 13. Validación financiera solar (Fuente: Elaboración Propia)

Criterios de calificación.	Calificación de 1 a 5, siendo 5 la mejor.
El cálculo de inv. Inicial en proyectos solares es pertinente y se acerca a la realidad.	3
Los datos estándar para el cálculo de inversión son adecuados en el contexto del mercado colombiano.	4
Los datos de entrada del modelo de viabilidad financiera son suficientes y adecuados para analizar la prefactibilidad financiera de un proyecto solar.	5
Los indicadores aportados por el modelo son suficientes para analizar la prefactibilidad financiera de un proyecto solar.	5
Total=	17
Porcentaje=	85%

Sugerencias y aportes.

El modelo está bien planteado, te recomiendo que busques otra forma de calcular la inversión inicial para que esta sea más cercana a la realidad, dado que, lo que haces es un cálculo lineal a partir de una cotización inicial, sin embargo como ejercicio de prefactibilidad es adecuado tu modelo.

El modelo empleado sirve para determinar la viabilidad financiera en la etapa de prefactibilidad de un proyecto solar, como se observa en la tabla anterior, este cumple en un 85% con los criterios de validación, el cual es un margen adecuado teniendo en cuenta que el usuario se encuentra en una etapa de prefactibilidad. Su debilidad radica en la limitación que esta tiene en cuanto a dar un dato de inversión inicial más cercano a la realidad, esto se debe a que el modelo trabaja bajo supuestos y cálculos basados en datos anteriores, sin embargo, los datos del modelo son suficientes para obtener unos parámetros confiables de prefactibilidad financiera.

Validación financiera biomasa

Tabla 14. Validación financiera biomasa (Fuente: Elaboración Propia)

Criterios de calificación.	Calificación de 1 a 5, siendo 5 la mejor.
Los biodigestores de tipo vertical y horizontal ofrecidos por el modelo son adecuados para la implementación de un sistema de generación energética por biomasa.	3
Las opciones de inv. Inicial para la compra de biodigestores de tipo vertical y horizontal son pertinentes y se acerca a la realidad.	4
Los datos de entrada del modelo de viabilidad financiera son suficientes y adecuados para analizar la prefactibilidad financiera de un proyecto de biomasa.	5
Los indicadores aportados por el modelo son suficientes para analizar la prefactibilidad financiera de un proyecto de biomasa.	3
Total=	15
Porcentaje =	75%

Sugerencias y aportes.

Se recomienda buscar otros proveedores de sistemas de biodigestión que tengan precios más acéquiales, debe tener en cuenta que un biodigestor tiende a deteriorarse hasta en un 80% respecto de su valor inicial de inversión en un periodo de aproximadamente 25 años, para así realizar el cálculo de la tasa de depreciación anual del mismo.

El modelo empleado sirve para determinar la viabilidad financiera en la etapa de prefactibilidad de un proyecto por biomasa, como se observa en la tabla anterior, este cumple en un 75% con los criterios de validación, el cual es un margen adecuado teniendo en cuenta que el usuario se encuentra en una etapa de prefactibilidad. Su debilidad radica, según el evaluador, en que los modelos utilizados de biodigestores, son unos de los más costosos del mercado, lo cual puede afectar de forma negativa la factibilidad financiera del sistema a implementar, sin embargo, también pueden dar una mirada realista a lo comúnmente ofrecido en el mercado nacional.

Validación de la gestión legal de incentivos tributarios de la plataforma

Easy Energy

La validación del proceso de gestión de los incentivos tributarios se realizó en dos etapas, la primera se llevó a cabo con los mismos empresarios que evaluaron el criterio de usabilidad del prototipo inicial y la segunda etapa se realizó a través de una valuación experta, en la cual se revisó la pertinencia de la información que se planteó presentar, lo completo de la misma y su veracidad.

De la validación con los empresarios, se obtuvo que, la información que estos esperan obtener respecto a este tema debe referirse a lo siguiente: que beneficios pueden obtener, de que se trata cada uno de ellos y cuál es el proceso para adquirirlos, con esto en mente fue que se modificó esta sección del inicial. A continuación se muestran los criterios de validación de la gestión legal con el experto.

Tabla 15. Validación de la gestión de acceso a incentivos tributarios (Fuente: Elaboración Propia)

Criterios de calificación.	Calificación de 1 a 5, siendo 5 la mejor.
Los incentivos tributarios presentados en la plataforma corresponden con los descritos en el marco legal Colombiano.	5
Las instituciones referenciadas en los documentos anexos (imágenes del proceso de gestión) corresponden a las descritas en el marco legal Colombiano.	5
Los procesos presentados en la plataforma corresponden a los que en la realidad y según la ley los gestores de este tipo de proyectos deben seguir.	5
La información brindada a los posibles usuarios de la plataforma es suficiente para que estos lleven a cabo la gestión de los incentivos ellos mismos.	4
La manera en que se presenta la información de los incentivos y los procesos a seguir para obtenerlos es clara.	4
La información que se presenta de los incentivos y los procesos a seguir para obtenerlos es suficiente para gestionar los incentivos legales.	3
Total=	34
Porcentaje=	85%

Sugerencias y aportes.

Se recomienda especificar que el proceso para acceder a los beneficios tributarios en cuestión es largo, de hasta ocho meses, y puede llegar a ser un poco costoso, aun cuando no es seguro que el proyecto sea aprobado o no. el gestor deberá asumir el costo de aplicación de su proyecto.

Se observa que la validación, cumplió con el mínimo requerido para considerar que este modelo en la plataforma cumple con su función de brindar la información y conocimientos mínimos requeridos para que el usuario gestor pueda conocer y acceder a los beneficios tributarios en cuestión, además, como medida de gestión de mejoras, en la plataforma se incluyó el link de la Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014 (UPME, 2015).

Validación de usabilidad de la plataforma Easy Energy

El test de usabilidad aplicado a los representantes de cada empresa, se utilizó para evaluar el prototipo inicial, al cual se le realizaron las mejoras de acuerdo a los resultados de los test y las recomendaciones hechas por los representantes de cada empresa. Por ende, el prototipo que se muestra en este documento corresponde al prototipo final o definitivo, el prototipo inicial se encuentra en la sección de anexos al igual que los formatos diligenciados en Excel por cada empresario y sus recomendaciones, a continuación se presenta el análisis general de las validaciones en cuestión.

Según el resultado de los datos recolectados, de los 25 rasgos de usabilidad evaluados, en promedio el prototipo inicial cumplió satisfactoriamente con 18, lo que representa un 72% de cumplimiento frente al criterio de usabilidad. Esto, significa que el prototipo inicial cumplió con un margen alto de usabilidad, por lo que se espera que el prototipo final de este proyecto, con la implementación de las mejoras derivadas de las recomendaciones, tenga un margen de usabilidad superior entre en 90% y el 100% de cumplimiento de los criterios de usabilidad.

Discusión de los resultados

El prototipo final presentado en este proyecto, se diseñó teniendo en cuenta, como ya se ha especificado anteriormente, el criterio de usabilidad, los patrones de diseño de otras plataformas similares y las correcciones realizadas por los empresarios que evaluaron el prototipo inicial, al igual que las realizadas por los expertos. Los patrones de diseño, el logo y los colores característicos de la plataforma, se pensaron bajo el concepto del cuidado del medio ambiente, además, se utilizó un patrón uniforme de diseño de interfaz, con el fin de que el posible usuario, reconozca la plataforma sin importar el paso en el que se encuentre manejando patrones de navegación parecidos en cada una de las etapas de gestión de perfectibilidad de sus proyectos.

De igual manera, el diseño de la plataforma buscó ser lo más eficiente posible, minimizando el número de pasos y datos requeridos para los usuarios, de esta forma lograr que se genere una dinámica más fluida y que transmita la sensación de que este proceso es sencillo, con un lenguaje asimilable para todo público y con resultados confiables. Finalmente, se buscó que la interacción entre usuarios,

fuera siempre parte de cada sección de la plataforma, dado que esta es una de las características más sobresalientes del diseño aquí planteado.

Por otro lado, se buscó que los modelos de validación, tanto técnicos como financieros, se ajustaran, en lo posible, a escenarios reales, utilizando valores presentados en estudios realizados por entidades gubernamentales como la UPME y otros proyectos realizados en el país. Dichos modelos, tal como se observó en la sección de validación, cumplen con ciertos márgenes de cumplimiento de criterios, buscando, la cercanía de los datos ofrecidos por dichos modelos, con la realidad, de esta forma ayudar a los gestores a tener un criterio confiable de prefactibilidad de sus proyectos.

Respecto a la validación, uno de los puntos que no se incluye explícitamente en esa sección del documento, son las percepciones obtenidas de los usuarios potenciales. En términos generales, el concepto presentado a los empresarios fue de mucho agrado y gran acogida, a pesar de los evidentes aspectos por mejorar que presentaban en el prototipo inicial, con él se realizaron las evaluaciones, todos los empresarios se mostraron en disposición de hacer uso de una herramienta como la diseñada en este proyecto.

Por otro lado, las percepciones de los expertos también fueron muy positivas, ya que muchos de ellos son consientes de la necesidad que existe de explorar nuevas fuentes de generación alternativas en términos económicos y ecológicos, por ello el hecho de que el usuario objetivo fueran pequeños y medianos empresarios, para ellos representó una manera inteligente de fomentar tanto el crecimiento económico como la eficiencia en términos del recurso energético. Fue tanta la acogida por parte del público evaluador que uno de ellos, el ingeniero Héctor Marino Rengifo Vidal, propuso presentar la propuesta a algunos de sus colegas que trabajan en el sector de las energías alternativas en la ciudad de Cali y tienen una serie de convenios con algunos expertos de Italia que planean venir al país en búsqueda de proyectos como este.

Teniendo en cuenta lo anterior, podría decirse que el proyecto de desarrollo de la plataforma aquí diseñada, tiene grandes posibilidades de ser acogido en el entrono colombiano, por ello se espera que en proyectos futuros para la solución del problema planteado en este proyecto, se tenga en cuenta esta iniciativa.

Conclusiones

Conclusión general:

El diseño de la plataforma virtual e interactiva que se presenta en este proyecto, tiene el potencial para ser la solución del problema planteado de ¿Por qué, en Colombia no se llevan a cabo más proyectos de generación de energías renovables y alternativas? pues soluciona varias causas de las que se mencionaron en el análisis del problema, puesto que, este diseño permite acceder de manera fácil y sencilla a información sobre sistemas de energías renovables y alternativas, contactar con personal experto en estos sistemas, tener un criterio de viabilidad de un proyecto de generación solar o por biomasa y conocer el proceso de aplicación a los incentivos tributarios que ofrece el gobierno de Colombia.

Conclusiones específicas:

Las validaciones realizadas, tanto al prototipo inicial, como a los modelos de cálculo de prefactibilidad, aportaron a este proyecto mucho más que un sello aprobatorio o una serie de sugerencias, sino que también, dieron pruebas y testimonios validos sobre el potencial existente en la idea que se desarrolló como solución a la problemática de la escases de proyectos de energías alternativas y renovables en el país, por lo que se concluye que, se puede llegar a contar con el apoyo de varios expertos interesados en el desarrollo de una plataforma como la diseñada aquí esto expresado por algunos de ellos.

El proceso de diseño de herramientas virtuales, sea cual sea su fin o utilidad, es complejo, requiere de una inversión de tiempo y mano de obra considerable y si se quiere tener un producto final, con altos estándares de calidad, la intervención de los posibles usuarios finales debe ser constante, este proyecto presentó ciertas limitaciones en cuanto a este requerimiento, puesto que la intervención de validación, solo se pudo realizar una vez con la mayoría de los involucrados, expertos y empresarios, sin embargo, esto da pie a muchas oportunidades de mejora que deben ser consideradas si se planean realizar trabajos futuros basados en este.

El desarrollo de herramientas similares a la presentada en este proyecto, constituye una verdadera oportunidad de negocio, puesto que durante las validaciones con algunos profesionales y empresarios, que se mueven en el campo de las energías alternativas, manifestaron su interés por conocer más acerca de cómo podría implementarse un modelo de negocio rentable, encontrando varias figuras de monetización como, la venta de publicidad, el cobro de comisión por proyectos adquiridos por parte de asesores, entre otros.

Finalmente, desde el punto de vista de la ingeniería industrial, cabe resaltar que el diseño de este tipo de herramientas es una actividad que hace uso de muchas de las aptitudes que un profesional de esta carrera debe manejar, tales como, la

innovación, el pensamiento sistémico, designe thinking, entre otros, por lo tanto se concluye que esta actividad no solamente se limita a diseñadores de medios o gráficos, lo que responde a la necesidad que muchos ingenieros industriales tenemos de adaptarnos a esta era digital que amenaza con dejar obsoletas ciertas teorías y métodos que se han utilizado de forma convencional en la industria para la solución de problemas.

Recomendaciones

Se requiere el desarrollo de plataformas virtuales e interactivas al interior del país, que permitan a cualquier persona evaluar sus proyectos de generación alternativa, que sean herramientas realmente útiles, fáciles de comprender y que les brinden parámetros aplicables a la realidad.

Se recomienda, en el caso de querer emprender el desarrollo de la plataforma aquí presentada, que el proceso de creación vincule en la medida de lo posible al usuario final u objetivo, con el fin de que la plataforma resultante, sea realmente funcional y fomente la creación de nuevos proyectos de generación.

Se recomienda mejorar los modelos de viabilidad presentados en este proyecto, con el fin de que sus resultados se acerquen más al cumplimiento de un 100% de los criterios evaluados y que además, se revisen otros criterios con ayuda de personal más calificado en cada una de las secciones.

Se recomienda incluir más opciones de biomasa dentro del diseño, de esta forma aprovechar al máximo la riqueza de vegetal y animal del país que varía tanto dependiendo de cada región.

6 BIBLIOGRAFIA

Baca Currea, G. (2007). *Ingeniería económica* (8th ed.). Bogotá: Fondo Educativo Panamericano.

CAIA Ingeniería, C. (2019). ¿QUIÉNES SOMOS? - CAIA Ingeniería. Obtenido: <https://caiaingenieria.com/quienes-somos/>

Centro Virtual de Noticias. (2017). *Colombia una potencia en energías alternativas*. Obtenido: <https://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-117028.html>

Congreso de Colombia. LEY 590 DE 2000 (2000). Bogotá D.C.

Design Thinking: ¿Qué es lo que hay que Prototipar? |OBS Business School. (2019).Obtenido:<https://www.obs-edu.com/int/blog-investigacion/social-media/design-thinking-que-es-lo-que-hay-que-prototipar>

Diario Oficial 49150. LEY 1715 DE 2014 (2014). Bogotá D.C.

Estándares - W3C España. (2011). Obtenido: <https://www.w3c.es/estandares/>

Floría Cortés, A. (2001). *Manual de Técnicas para el Diseño Participativo de Interfaces de Usuario de Sistemas basados en Software y Hardware* [Ebook] (1st ed.). Zaragoza, España: Centro Politécnico Superior | Universidad de Zaragoza. Obtenido:http://www.disenomovil.mobi/multimedia_un/01_intro_ux/Manual_de_Tecnicas_para_el_Disenio_Participativo-usabilidad_corregido.pdf

Free online application for calculating solar photovoltaic installation. (2017). Obtenido: <http://calculationsolar.com/>

Hom,J.(2000).Prototipado.Obtenido:<http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/tecnicas/Prototyping.htm>

Lugones López, B. (2011). Análisis de biodigestores. Obtenido: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/ENERGIA22/HTML/articulo04.htm>

Martínez Calderón, P. and Espinal Peña, A. (2016). *Análisis de la cadena de suministro de un sistema bioenergético*. Ingeniería Industrial. ICESI.

Ministerio de Minas y Energía. (2015). *MEMORIA JUSTIFICATIVA* [Ebook] (1st Ed.).BogotáD.C.Obtenido:https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/23963489/110118_memoria_justificativa_proy_dec_FNCER.pdf/bd744636-b026-425c-b7df-e85d412405b3

Perdomo Villamil, M. (2017). Importancia de la implementación de la regulación para el uso de energías renovables en Colombia *(Pregrado). Universidad Católica de Colombia.

Sanchez, F. (2017). Business to business (B2B): negocio entre empresas - Human Level. Obtenido: <https://www.humanlevel.com/diccionario-marketing-online/business-to-business-b2b>

Trujillo, V. (2019). Test de usabilidad web. <http://www.muchovictor.net/test.php>

UPME, U. (2003). *Formulación de un programa básico de normalización para aplicaciones de energías alternativas y difusión* [Ebook] (1st ed.). Bogotá D.C.: UPME. Obtenido: <https://bdigital.upme.gov.co/handle/001/1306>

UPME, U. (2003). *GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS* [Ebook] (1st ed.). Bogotá, D.C.: UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Obtenido: http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/energias_alternativas/normalizacion/GU

UPME, U. (2015). *Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014* [Ebook] (1st ed.). Bogotá D.C. Obtenido: http://www1.upme.gov.co/Documents/Cartilla_IGE_Incentivos_Tributarios_Ley1715.pdf

UPME, U. (2017). *Cartilla de Generación de Energía Eléctrica* [Ebook] (1st ed.). Bogotá D.C.: Ministerio de Minas y Energía. Obtenido: http://www1.upme.gov.co/Documents/Energias_renovables/Cartilla_Generacion_Energia_Electrica.pdf

Uribe, E., Cruz, G., Arango, S., Ramírez, C., León, I., & Domínguez, E. et al. (2014). *DEFINIR ESTRATEGIAS DEL MAPA DE RUTA PARA LA ADAPTACIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO* [Ebook] (3rd ed.). Bogotá D.C.: UPME. Obtenido: <https://bdigital.upme.gov.co/jspui/bitstream/001/918/1/Informe%20Final%20actualizado.pdf>

Valor del kilovatio en Colombia disminuye | CODENSA. (2017). Obtenido: <https://www.codensa.com.co/hogar/valor-del-kilovatio-en-colombia-disminuye>

ANEXOS

Anexo 1. Reporte de cambios y ajustes.

Anexo 2. Prototipo inicial.

Anexo 3. Modelos de cálculo de prefactibilidad técnica y financiera.

Anexo 4. Validaciones de los modelos.

Anexo 5. Validaciones de usabilidad del prototipo inicial.

Anexo 6. Incentivos tributarios de la ley 1715 del 2014.

Anexo 7. Etapas del proceso para el acceso a los incentivos tributarios.

Anexo 8. Registro de proyectos de generación por FNCER ante la UPME.

Anexo 9. Proceso de solicitud ante la UPME.

Anexo 10. Registro de proyectos de generación por FNCER ante la ANLA.

Anexo 1. Reporte de Cambios y Ajustes

Con base en la rúbrica y comentarios del Lector y considerando los comentarios incluidos en el acta de sustentación los estudiantes deben realizar el Reporte de Cambios y Ajustes. Este documento es uno de los elementos de la entrega final y debe acompañar la versión final del proyecto de grado.

Título del Proyecto : DISEÑO DE UNA PLATAFORMA VIRTUAL E INTERACTIVA PARA LA EVALUACIÓN DE PREFACTIBILIDAD DE PROYECTOS DE ENERGIA ALTERNATIVA (SOLAR Y BIOMASA) EN PYMES DE COLOMBIA.

Integrantes : Cristhian David Arenas Pérez.

Lector : Juan Carlos Garzón Osorio

No.	Comentarios Lector/sustentación	Respuesta/Modificación (incluir la página del documento)
	Sugiero revisar el título, es decir, me queda la duda ¿se desarrolló la plataforma? O es una ¿propuesta para una plataforma...? o es ¿diseño de una propuesta...?, inclusive más delante se refiere a “la propuesta”	El titulo fue ajustado así “DISEÑO DE UNA PLATAFORMA VIRTUAL E INTERACTIVA PARA LA EVALUACIÓN DE PREFACTIBILIDAD DE PROYECTOS DE ENERGIA ALTERNATIVA (SOLAR Y BIOMASA) EN PYMES DE COLOMBIA.”
	En el resumen y algunas otras partes del documento se utiliza la palabra “propuesta”, para referirse a la plataforma en cuestión, este término debe aclararse con el fin de que el lector comprenda de que se trata en concreto, si es una propuesta o un diseño, según el titulo debe cambiarse dicho termino por la palabra “diseño”.	Se modifiko el contenido del resumen original para que no quedara la duda de que el proyecto se refiere a un diseño y no una propuesta de una plataforma.
	Se solicitud fuente que respalde la afirmación del primer párrafo de la introducción.	Se insertó la cita no textual del trabajo, “Importancia de la implementación de la regulación para el uso de energías renovables en Colombia. “
	Se requiere conocer los nombres de los empresarios involucrados en el análisis de las causa problema de la tabla 1.	Se agrego una tabla con los nombres de los empresarios y las respectivas empresas que representan.

En la sección de marco teórico expresa que no es claro para el lector, como se implementó la metodología Designe Thinking.

Se aclaró, en esta misma sección, que esta metodología no se utilizo por completo para realizar el diseño de la plataforma en cuestión, solo se tomo la información y teorías relativas al tercer paso presentado en este método el cual comprende el desarrollo de prototipos.

No es claro como una plataforma del tipo que se ha diseñado en este proyecto pueda ayudar a solucionar el problema de falta de conocimiento de los empresarios respecto a las energías alternativas y renovables.

Se reformuló el enunciado de las contribuciones de este proyecto, aclarando como una plataforma, desarrollada de acuerdo a los parámetros de diseño utilizados en este proyecto, puede llegar a implementar un contenido informativo y de resolución de preguntas a sus posibles usuarios sin que estos deban recurrir a otros medios externos virtuales o presenciales.

Se encontró una diferencia conceptual entre la forma como se debe presentar la metodología de acuerdo al tuto temático y al lector, por un lado el tutor temático pidió que en la metodología se presentara, cómo se llevó a cabo el desarrollo de los modelos de cálculo de validación de prefactibilidad técnica y financiera de los proyectos solares y por biomasa que debería utilizar la herramienta diseñada, cómo se realizó el proceso de validación, creación del prototipo e implementación de la parte de incentivos legales tributarios en el diseño de la plataforma. Mientras que el lector pidió que la metodología se presentara a través de un mapa en el que se clasificaran las tres etapas del proyecto y el método empleado para el desarrollo de cada una.

Se opto por dejar la metodología según las especificaciones del tutor temático. Cabe aclarar que en una entrega anterior, ya se había trabajado la metodología teniendo en cuenta el concepto presentado por el lector, sin embargo, el tutor pidió que esta se cambiara a la forma actual.

Uso de Mendeley para realizar las citas.

Debido a las limitaciones en las capacidades de almacenamiento en el computador del autor de este documento, no fue posible utilizar Mendeley, sin embargo se utilizo una herramienta online que trabaja de manera similar, a continuación el link de acceso: <http://www.citethisforme.com/es>

No es claro cuando se habla de parámetros en la primera y segunda etapa de la metodología. Además, mencionas los modelos en ambas fases.

Se cambio y agrego información al párrafo en el que se hizo esta corrección quedando así, “En la primera fase, que comprendió el primer objetivo específico, se definió la estructura de la plataforma, se definieron los parámetros que se tuvieron en cuenta para la evaluación de prefactibilidad de los proyectos, en el caso de las evaluaciones de viabilidad financiera, se establecieron el payback, la TIR y el VPN, como parámetros de evaluación, se crearon los modelos de cálculo para la evaluación, técnica y financiera, se selecciono la información de incentivos legales tributarios para los proyectos a evaluar, y se diseñó el mapa de navegación de la misma. En la segunda fase, que contiene el segundo y tercer objetivo específico, se selecciono la herramienta para crear el prototipo y se desarrollo el mismo, se establecieron los criterios de validación para este y los modelos de evaluación técnica, financiera y legal, finalmente, se llevaron a cabo las validaciones.”

Los criterios nunca fueron revisados de mi parte. Tampoco adjuntas el soporte de las validaciones realizadas. Debes dejar un Excel con la BD de las personas con las cuales validaste. Nombres, cargos, empresas, email, etc.

No es claro si incorporaste las sugerencias que mencionan los expertos. No veo los cambios realizados.

Los criterios fueron seleccionados por el investigador, estos se hicieron teniendo en cuenta la evaluación de la eficiencia que los modelos de cálculo pueden llegar a tener aplicados a la realidad y se calificaron según las observaciones hechas por los evaluadores, no se revisaron previamente con el tutor temático por razones de tiempo. Se adjuntó para esta entrega un archivo en Excel llamado, “validaciones de modelos”, en el se encuentran todas las validaciones junto con los datos de los distintos evaluadores. No todas las sugerencias realizadas por los examinadores pudieron ser implementadas, sin embargo en los casos que si fue así, los modelos presentados ya las tiene incorporadas, por ejemplo, en el caso del modelo de validación financiera de biomasa, el evaluador hacer tres recomendaciones, la primera es buscar proveedores de sistemas de biodigestores mas asequibles, tener en cuenta una depreciación del activo a 25 años y una pérdida de valor de hasta el 80% respecto al valor inicial del mismo, en este caso se implementaron la segunda y tercera recomendación, pero debido

	a que no se consiguieron información viable de otros proveedores de biodigestores, se dejó la que se tenía originalmente.
¿Cómo se evidencian las mejoras hechas al prototipo de acuerdo a las recomendaciones de los empresarios?	El presente documento, muestra en la sección de resultados, las pantallas correspondientes al prototipo final, mientras que en la sección de anexos, el anexo 2, corresponde al prototipo inicial, si se comparan las pantallas del prototipo final con las del inicial, se podrá notar las diferencias y mejoras que tiene el final respecto al inicial.
La discusión no debe girar en torno a la plataforma sino mas bien en torno al tema de interés. Puedes dejar esto pero debes enriquecer la discusión. Que percepción se obtuvo de los usuarios potenciales? De los expertos? Viabilidad en el entorno colombiano?	Se amplió la discusión del proyecto y se incluyeron las percepciones tanto de empresarios como expertos evaluadores.
Se deben mejorar las conclusiones y recomendaciones.	Se trabajó en estas secciones de manera más transversal al proyecto, encontrando varias conclusiones que van más de lado de lo que se observó y comprobó a lo largo de desarrollo del diseño planteada, más que de las actividades mismas que se realizaron, en la sección de recomendaciones, esta se enfocaron más en ser consejos para el desarrollo de trabajos futuros que se basen en este.
Dejar un solo archivo de Excel con todos los modelos de prefactibilidad financiera y técnica	Por motivos de orden y formato, no fue conveniente mover todos los archivos de Excel a uno solo, por ello en la carpeta de anexos se agregó una carpeta con el nombre "Modelos de cálculo de prefactibilidad técnica y financiera" en ella están contenidos los 3 modelos desarrollados durante este proyecto.