

Estado del arte para la generación de energía eléctrica limpia para la ciudad de Bogotá

Paola Andrea Diaz Vargas

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN
BOGOTA

2021

Estado del arte para la generación de energía eléctrica limpia para la ciudad de Bogotá

Paola Andrea Diaz Vargas

Tutoras: MG. Nubia Alegría Velasquez Rojas, MG. Claudia Lucia Peña Pineda

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN
BOGOTA

2021

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	IX
INDICE DE FIGURAS.....	X
AGRADECIMIENTOS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT.....	XIII
Palabras Clave.....	XIV
líneas y sub líneas de investigación	XIV
INTRODUCCION	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
DESCRIPCION DEL PROBLEMA	19
FORMULACION DEL PROBLEMA.....	20
OBJETIVOS	22
OBJETIVO GENERAL	22
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	22
JUSTIFICACIÓN	23
MARCO DE REFERENCIA.....	24
ANTECEDENTES.....	24
Contexto internacional.....	25

Contexto nacional	26
MARCO CONCEPTUAL	27
MARCO LEGAL – NORMATIVIDAD.....	29
Normatividad Internacional.....	29
Normatividad Nacional.....	32
MARCO TEORICO	35
Competitividad	35
Eficiencia en las organizaciones	37
Teorías economía circular	37
Modelo de inversión.....	38
Proyectos de fuentes no convencionales de energía.....	38
Modelos proyectos economía circular	41
Análisis DOFA - PESTEL	42
DISEÑO METODOLOGICO.....	43
Clasificación Institucional De La Investigación	43
Enfoque	43
Tipo de Alcance o investigación	44
Diseño del marco metodológico.....	45
PRESENTACION DE RESULTADOS	46

DISCUSION DE LOS RESULTADOS	69
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS.....	75
ANEXO A Tabla de recolección de fuentes de información secundaria.....	83
ANEXO B Tabla de clasificación de temas de investigaciones elegidas.	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Etapas del Proyecto y la Aplicación de los Incentivos.	39
Tabla 2 Matriz Metodológica.....	45
Tabla 3 Investigaciones de Generación de Energía Eléctrica en la Ciudad de Bogotá	46
Tabla 4 Análisis de los resultados de inversión Económico-Financiera para Investigaciones de Proyectos Piezoeléctricos en la Ciudad de Bogotá.	58
Tabla 5 Evaluación de Posibilidad Económico-Financiera para Investigaciones de Proyectos Piezoeléctricos que Podrían Ser Aplicados en la Ciudad de Bogotá.	60
Tabla 6 Evaluación de prefactibilidad económico-financiera para investigaciones de proyectos de generación de energía cinética en la aplicación de gimnasios en la ciudad de Bogotá.	62

INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Explotación y Producción Nacional de Recursos Energéticos Primarios, Demanda Interna de Recursos Energéticos Primarios en el Año 2012.....	32
Ilustración 2 Demanda Doméstica de Energía Final por Sector Año 2012. Capacidad de Generación Eléctrica del SIN a Diciembre 2014.....	33
Ilustración 3 Beneficios tributarios.....	34
Ilustración 4 Pestel-Dofa Proyecto Piezoeléctrico Para la Generación de Energía Sostenible como Proyecto Piloto en un Perfil Vial de Bogotá.....	64
Ilustración 5 Pestel-Dofa proyecto producción energética en un modelo para gimnasios colombianos.....	65
Ilustración 6 Aplicación de los <i>Incentivos Tributarios de la Ley 1715 de 2014</i>	67
Ilustración 7 Variables Comunes de Desarrollo de Proyectos Piezoeléctricos y Cinéticos.	69

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a mis directoras de tesis Mg. Nubia Alegría Velasquez Rojas y Mg. Claudia Lucia Peña Pineda por el acompañamiento, dedicación y apoyo en esta idea, para que pudiera verse reflejada en este documento de investigación. Agradezco a los directivos y grupo de docentes de la Maestría en Administración, Dra. Helga Ofelia Dworaczek por su perseverancia con sus estudiantes y al Dr. Daniel Balaguera Melo por sus consejos y apoyo al inicio de la maestría. Agradezco al Dr. Wilber Najar Ramírez y su grupo de docentes por su guía, apoyo y consejos en las especializaciones de finanzas y gerencia empresarial, las cuales fueron mis bases para continuar con la maestría en administración. Oportunidad que me permitió aplicar varios de los conocimientos adquiridos en este MBA para el presente documento. Agradezco a todos los investigadores que gracias al aporte de todos ellos es posible ir evolucionando en estas temáticas.

Gracias a mi familia, a mis padres, a mis abuelos, en especial a mi abuelo quien hasta el final de su vida me acompañó en este camino hacia el conocimiento. A esos Eduardos que finalmente nos abandonaron de este mundo en este año tan particular.

Pero, en especial, gracias a mi esposo y a mi hij@ que viene en camino, por el tiempo prestado, por su paciencia, comprensión y respaldo con este proyecto, su apoyo fue fundamental para que este trabajo se lograra escribir. Este trabajo es para esas futuras generaciones que espero sean feroces, determinantes, defensores de la sostenibilidad y el cuidado de nuestra casa, el planeta tierra.

A todos, muchas gracias.

RESUMEN

En este trabajo se evalúa por medio de un análisis descriptivo - exploratorio, la aplicabilidad de la generación de energía eléctrica limpia en la ciudad de Bogotá. Desde la forma como se genera y consume energía, se podría realizar un aporte a la disminución de generación de gases de efecto de invernadero.

Para ello, primero se identifica las diferentes formas de generación eléctrica limpia posibles en la ciudad de Bogotá. Seguido se eligen dos (2) formas de generación aplicables en la ciudad de Bogotá, que tengan algún tipo de aporte innovador. Para investigar bibliografías secundarias de trabajos de investigación que traten este tema.

De la reunión de los trabajos de investigación se comparan resultados de inversión, resultados de variables externas e internas por medio de matrices Pestel-Dofa y de beneficios fiscales para determinar la opción con mayores ventajas competitivas. Al finalizar los resultados visualizasen el análisis como una aplicación donde la economía circular aparece como un modelo de negocio y de inversión sostenible.

ABSTRACT

In this work, the applicability of clean electricity generation in the city of Bogotá is evaluated by means of a descriptive-exploratory analysis. From the way energy is generated and consumed, a report could be made on the decrease in the generation of greenhouse gases.

To do this, the different forms of clean electricity generation possible in the city of Bogotá are first identified. Next, two (2) forms of generation applicable in the city of Bogotá are chosen, which have some type of innovative contribution. To investigate secondary bibliographies of research papers that address this topic.

From the meeting of the research works, investment results, results of external and internal variables are compared by means of Pestel-Dofa matrices and tax benefits to determine the option with the greatest competitive advantages. At the end of the results, visualize the analysis as an application where the circular economy appears as a sustainable business and investment model.

Palabras Clave

Clúster energético, Ciudad sostenible, Economía circular, Energía renovable, generación y distribución energética.

Energy cluster, Sustainable city, Circular economy, Renewable energy, energy generation and distribution.

ID: 480

PC: SISTEMAS ECONOMICOS

[TE: ECONOMIA DE MERCADO](#)

[TE: FEUDALISMO](#)

[TR: REFORMA ECONOMICA](#)

[TE: CAPITALISMO](#)

[TE: ECONOMIA MIXTA](#)

[TR: DUALISMO ECONOMICO](#)

[FA: 03.03.01](#)

[TE: ECONOMIA COLECTIVA](#)

[TE: ECONOMIA PLANIFICADA](#)

[TR: ECONOMIA SUBTERRANEA](#)

líneas y sub líneas de investigación

Línea Institucional

Gestión y fortalecimiento

Línea de Facultad

Cultura de la innovación

Sublínea Maestría en Administración MBA

Gestión y fortalecimiento empresarial

Las temáticas específicas para los Trabajos de Grado son:

Gestión de la competitividad

Responsabilidad social corporativa

INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis descriptivo – exploratorio de la generación de energía eléctrica limpia para la ciudad de Bogotá , así como evidenciar las diferentes formas de generación de esta, en búsqueda de los beneficios que podrían aportar a la ciudad. Adicionalmente mostrar la posibilidad de este proceso de generación de energía limpia en las empresas o sectores públicos y/o privados como aplicación y contribución a las actividades dentro de la ciudad. Como lo podrían ser discotecas, ciclo ruta, gimnasios, vías públicas, espacios de paso de público, entre otras.

La literatura reciente sobre la generación de energía limpia nos muestra que:

El desarrollo económico de los países, su correlación directa con el crecimiento de la demanda de energía eléctrica y la típica asociación con el incremento en la afectación del medio ambiente mediante la creciente emisión de Gases de Efecto Invernadero, es una cadena que, si no se toman acciones estratégicas, va a seguir mostrando el impacto devastador de la Variabilidad Climática. Sería ideal que el crecimiento de todos los sistemas de suministro de energía eléctrica, tuvieran dentro de sus variables de entrada el impacto en el medio ambiente y que los proyectos que finalmente se ejecuten sean los que puedan considerarse como fuentes de energía más limpia.

Publicaciones recientes realizadas por instituciones de reconocimiento internacional muestran el buen posicionamiento de Colombia en temas relacionados. La revista Climascopio 2012 posiciona a Colombia en el puesto 7 en

cuanto a “clima de inversión en cambio climático” para los 26 países de América Latina y el Caribe y, adicionalmente, en la primera edición del Barómetro Mundial sobre "competitividad energética" de los Estados, publicado a finales del año 2012 por el instituto Choiseul y el gabinete KPMG Colombia, donde se evalúa "la competitividad energética" de 146 países a través de una combinación de criterios que mezclan calidad del "mix" energético, acceso de los ciudadanos a la electricidad y "compatibilidad de las políticas energéticas con las problemáticas medioambientales", Colombia figura en quinta posición. (Camargo Luis Alejandro, Arboleda Maria Nohemi, 2012)

Las inversiones en energía que contribuyan al mejoramiento ambiental resultan ahora atractivas para muchos inversionistas privados, empresas proveedoras de equipos y servicios, y entidades financieras, ya sea directamente o a través de fondos de inversión u otros vehículos financieros.(Gomelsky, 2003)

Estas formas de generación de energía eléctrica, igualmente influyen en los procesos productivos generando motores de cambio en los nuevos modelos económicos, como son la economía circular la cual es regenerativa, restaurativa y trata que los productos, componentes y materias mantengan su utilidad y valor al máximo en todo momento (Ellen, 2021).

Tomando literatura sobre la historia de modelos económicos sostenibles se tiene:

En 1987 el desarrollo sostenible se definió como: “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades” (WCED, 1987).

Para los años noventa se incluye los ámbitos económicos, ambientales y sociales para la lograr la sostenibilidad. Sin embargo, estas tres tienen una relación y un orden; la sostenibilidad económica depende de la social y estas dos de la ambiental (Mebratu, 1998). En las últimas décadas se ha realizado la inclusión de la variable del tiempo debido a que la sostenibilidad tiene un impacto al corto, mediano y largo plazo (Lozano, 2008).

Sin embargo, en paralelo las tendencias de la administración llevan a la sociedad, las empresas y gobiernos a ir tomando la sostenibilidad como un objetivo de sus modelos de producción, así como de sus economías desde diferentes modelos industriales y desde una perspectiva lineal (Prieto Sandoval et al., 2017). “Incluso muchos de los esfuerzos para solucionar los problemas ambientales suelen reducirse a técnicas correctivas o end of pipe y a la modernización tecnológica que puede comprar tiempo, pero no puede por sí misma comprar sostenibilidad” (Huesemann, 2004). La economía circular se apoya inicialmente del principio de las 3R (Reducir, Reusar, Reciclar), aplicable a todo el ciclo de vida de los productos y en estrategias de diseño sostenible que se basan en tomar el funcionamiento de producción de la naturaleza y diferentes procesos biológicos que basan su producción a la reintroducción de sus desechos al mismo sistema (W McDonough & Braungart, 2002).

La evidencia científica disponible para la ciudad de Bogotá es contundente en demostrar que las condiciones de la calidad del aire en la ciudad representan una seria amenaza para la salud y calidad de vida de su población. El diagnóstico del problema actual de contaminación ha sido posible gracias a que desde el año de 1997 la ciudad cuenta con una moderna red de monitoreo de la calidad del aire operada por la autoridad local en temas ambientales (Secretaría Distrital de Ambiente). Los equipos dispuestos en cada una de las estaciones que conforman dicha red hacen seguimiento en tiempo real de las

concentraciones de especies contaminantes del aire, así como de variables meteorológicas. Según los registros de la red el contaminante que por sus altas concentraciones se presenta como más crítico para la calidad del aire de la ciudad es el material particulado respirable (PM10). Entre los años 1997 y 2008 siete de las estaciones que conforman la red de monitoreo reportaron concentraciones anuales de PM10 superiores a los niveles máximos permitidos establecidos por la normativa nacional (Franco R, 2012).

Con el análisis descriptivo exploratorio de la generación de energía eléctrica limpia propuesto en este documento se podría aplicar a futuro en un modelo de economía circular desde el punto de vista energético, donde se podrían encontrar acciones que den aporte al beneficio ambiental de la ciudad. Debido a que su consumo en diferentes aplicaciones domesticas o industriales reduce significativamente las emisiones de CO₂, SO₂ (dióxido de azufre), NO_x (óxidos de nitrógeno), entre otros. Mejorando la calidad del aire, disminuyendo focos de enfermedades cardíacas y pulmonares, ahorrando presupuesto de salud pública y mejorando exponencialmente la calidad de vida de la población.

La metodología a usar en el presente documento trata de la investigación de fuentes bibliográficas secundarias, como lo son trabajos investigativos involucrados con la generación de energía eléctrica en la ciudad de Bogotá, en diferentes sectores y aplicaciones económicas. Esto seguido del apoyo de antecedentes teóricos del objeto de estudio, donde se presenta elementos centrales de análisis y posteriormente se dan a conocer los resultados obtenidos y las respectivas conclusiones.

El resultado del trabajo de investigación, es en búsqueda de aportar a la continuación de investigaciones ya realizadas, donde por medio del presente análisis, se identificarán las ventajas competitivas que puedan darse en puntos comerciales de la ciudad de Bogotá,

aplicando generación de energía eléctrica limpia. Con el fin de contribuir con su posibilidad y en un futuro pasar de la investigación a la implementación de este tipo de proyectos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La ciudad de BOGOTÁ DC es la capital de la república de Colombia, con 7.181.000 siete millones ciento ochenta y un mil personas (*Población - Bogotá Cómo Vamos*, s/f). Ubicada en el centro del país con una longitud de 33km de sur a norte y 16 km de oriente a occidente Alberga las edificaciones del gobierno de la república y aloja la mayoría de las sedes principales de empresas y negocios del país. Bogotá aporta el 24.5% siendo el mayor PIB nominal y per cápita del país y es la sexta ciudad de Latinoamérica que genera un tercio del PIB latinoamericano (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018).

Para una Bogotá sostenible se debe abordar desde tres aspectos: sostenibilidad ambiental, económica y urbana. La concentración promedio anual del PM10 en Bogotá fue de 38 ug/m³ (microgramo/metro cúbico) dos veces mayor que el recomendado por la organización mundial de salud OMS que es de 20 ug/m³ (García S C, 2018). Las causas se asocian a la circulación por la ciudad de vehículos con combustible gasolina y diésel como camiones, volquetas, buses. Algunos con antigüedad de más de 50 años. Sobresalen en el aporte de contaminación los vehículos que entran y salen de mercados del terminal de transporte, fábricas, etc. Fuentes de combustión industrial e incendios forestales. (*Medio Ambiente Periódico Nova Et Véteria - Universidad del Rosario*, s/f).

Bogotá al ser una ciudad con un alto número de habitantes, es una ciudad que genera un consumo eléctrico alto y dependiendo de las fuentes energéticas con las que se abastezcan ayuda al aporte de aumento de CO₂. Las consecuencias de esta problemática en crecimiento son: aumento del costo en el sistema de salud, los ciudadanos deben abstenerse de hacer deporte al aire libre.

Parte de las propuestas identificadas por el estado para atacar el problema es el incentivo del uso de energías limpias, renovar las flotas de transporte público por las de uso de fuentes de energía limpia, aumentar controles de las emisiones industriales sobre todo en las que usen combustibles fósiles o carbón. Cuidar los parques y realizar la siembra de millones de árboles, cuidar las reservas naturales como la Thomas Van der Hammen. Controlar el ingreso de camiones de carga con emisiones altas de CO₂ a la ciudad usando métodos de transporte alternativo como el tren, entre otras (Garcia S C & Anadolu, 2019).

FORMULACION DEL PROBLEMA

La propuesta al problema planteado busca dar respuesta a la pregunta ¿Se podría implementar diferentes formas de generación de la energía eléctrica limpia, en la ciudad de Bogotá?

Tomando como base la proyección hacia nuevos modelos económicos de mercado como es la economía circular, es importante la aplicación de la generación de energías limpias para generar valor compartido, es decir éxito económico y al tiempo ser responsable con la comunidad y el medio ambiente. Es por ello que el estado necesita una infraestructura energética amplia y que el abastecimiento de esta infraestructura sea de fuentes limpias de

energía como lo son: Energía cinética, energía piezoeléctrica, energía solar, energía eólica, combustibles biodegradables. Fuentes energéticas que la misma ciudad genera y puede aportar al sistema de distribución eléctrica haciendo cumplir la premisa de reducir, reusar y reciclar. De esta manera no solamente genera valor económico, sino valor compartido y responsabilidad social corporativa.

Dado a que estas iniciativas en la actualidad viven en la ciudad, se están creando, investigando e implementando de manera individual es importante unificar esfuerzos y por medio del apoyo de las empresas de servicio público en este caso el de suministro de energía hacer sinergias y aportar a un modelo económico.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar el estado del arte de la generación de energía eléctrica limpia en la ciudad de Bogotá identificando ventajas competitivas en los puntos comerciales de Bogotá

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Identificar los documentos trabajos de grado, artículos científicos y ponencias sobre formas de generación eléctrica limpia en actividades económicas en la ciudad de Bogotá.

Elegir y analizar dos formas de generación eléctrica en las actividades económicas de la ciudad, a través del estado del arte de los proyectos de generación de energía limpia como: cinética, piezoeléctrica, eólica, solar o biocombustibles.

Comparar los modelos de inversión de los proyectos analizados en la generación de energías limpias de las actividades elegidas para determinar la opción con mayores ventajas competitivas.

Identificar los beneficios fiscales para la actividad más competitiva con el fin de visualizar que aporte daría a los proyectos de generación eléctrica limpia.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente en la ciudad de Bogotá existen varios grupos de investigación de universidades, emprendimientos, empresas de todos los tamaños que hacen inversión de capital enfocadas a la sostenibilidad, empresas que ofrecen servicios y productos asociados a energías alternativas que están trabajando en el estudio, desarrollo, implementación y/o evaluación del uso de generación y consumo de energías alternativas. Pero cada uno de ellos lo hacen desde su aplicación y objeto de estudio. La propuesta con este análisis es tener una visión global y unificada de estos esfuerzos desde la teoría de la generación y distribución de la energía eléctrica. Así como el concepto de la economía circular, el aporte del MBA, el impacto en las empresas.

Por otra parte, existen grupos de empresas, emprendedores, la alcaldía y grupos de investigación en la ciudad de Bogotá que están trabajando en el uso de tecnologías de emisiones cero de CO₂, tecnologías de consumo eléctrico como lo son las flotas de vehículos, maquinaria, iluminación, entre otros. Por lo tanto, la demanda de consumo de energía está en aumento y para que estas medidas que están tomando las empresas de limpiar su huella de carbono sean realmente efectivas. La ciudad debe contar con una infraestructura amplia del suministro de energía eléctrica.

El resultado será la mejoría económica, ambiental, social, cultural y tecnológica de Bogotá, al aportar que vaya en camino a una ciudad auto sostenible, que es el camino que está siguiendo el mundo

MARCO DE REFERENCIA

ANTECEDENTES

El presente documento tratara sobre una forma diferente de interpretar y aplicar el ciclo de consumo de las ciudades, específicamente en el consumo de la energía. El modelo tradicional trata de tomar, hacer, desechar, conocido como economía lineal. La economía circular podría definir un camino para el desarrollo de la economía de los países ofreciendo una ventaja competitiva. Por ejemplo, el PIB de Colombia las actividades económicas que más contribuyen son: Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca crece 6,8% (contribuye 0,5 puntos porcentuales a la variación anual). Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; Educación; Actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales crece 3,4% (contribuye 0,5 puntos porcentuales a la variación anual). Actividades inmobiliarias crece 2,6 % (contribuye 0,3 puntos porcentuales a la variación anual) (Bogotá et al., 2020).

Se identifica que el mayor aporte de PIB es con actividades de extracción de materia prima. Los cuales son procesados y finalmente desechados. Con la existencia de la dependencia del sector primario de un país, hace que no sea competitivo y es allí como ayuda la economía circular. Implementando el modelo, se dinamiza la actividad principal del PIB, al reutilizar en diferentes usos los desechos generados de la materia transformada.

El informe regional de medio ambiente de la ONU Cada latinoamericano genera un kilo de basura al día y la región en su conjunto, unas 541.000 toneladas, lo que representa alrededor de un 10% de la basura mundial, el 50% de residuos urbanos que se generan en América Latina son orgánicos y el 90% de estos no se aprovechan, de manera que acaban desaprovechándose y terminan en vertederos (ONU, 2018).

Contexto internacional

A nivel internacional China, desde el año 2000 implemento la economía circular como política pública y en 2013 lanzo la estrategia nacional de 7 capítulos que contienen políticas con principios de reducción, reutilización y reciclaje. China ha pasado de 4.3 kg de material por unidad de PIB en 1990 a 2.5 kg de material por unidad de PIB (Quiroga, 2007).

China es el país que avanza rápidamente las tecnologías del futuro, y desarrolla energía solar y eólica como ningún otro en el planeta. En 2017 instaló centrales fotovoltaicas con una capacidad de 53 gigavatios, más de la mitad de la capacidad mundial. (Semana sostenible, s/f)

La Unión europea presento en 2015 el plan de acción para economía circular contiene 54 medidas que describen las etapas del ciclo de vida de los productos (diseño y producción, consumo, gestión de residuos y aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos mediante su reintroducción en la economía) y cinco áreas prioritarias (los plásticos, el desperdicio alimentario, las materias primas críticas, la construcción y la demolición y la biomasa y productos con base biológica) (COMISIÓN EUROPEA, 2015). Finlandia tiene implementado prácticas de economía circular como la mejor planta de tratamiento de los países bajos, tiene como objetivo estrategias en el uso y reciclaje de los residuos. (Samppa H & ThisisFINLAND, 2019). En términos energéticos la Unión Europea tiene una serie de objetivos, como la obligación de los Estados miembros a garantizar que la cuota de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía en el 2030 sea al menos del 32 %, así como la obligación a los proveedores de combustible a garantizar

que la cuota de las fuentes de energía renovable (FER) en el consumo final de energía del sector del transporte sea al menos del 14 % en 2030. (Power, 2019).

Contexto nacional

A nivel nacional el estado colombiano a través de la Misión de Crecimiento Verde, liderada por el Departamento Nacional de Planificación de Colombia propone la prevención, reducción, reciclaje y reutilización, para aumentar la competitividad económica, reducir la pobreza, fomentar el uso eficiente de la energía y los recursos ambientales, aumentar la generación de empleo y mejorar la calidad de vida de la población. En aplicaciones construcción y manufactura (TECNALIA, 2018).

Colombia se encuentra en los países de Latinoamérica liderando las iniciativas de aplicaciones de economía circular. Realizo el lanzamiento de la estrategia nacional de economía circular que promueve el emprendimiento y la innovación, generación de valor en sistemas de producción y consumo por medio de las 9R Repensar, Reutilizar, Reparar, Restaurar, Re manufacturar, Reducir, Re-proponer, Reciclar y Recuperar. Colombia presento en el foro sobre la Plataforma para Acelerar la Economía Circular (Pace) de Davos Suiza la estrategia de economía circular donde expuso la reducción de costos en materias primas, aumento de empleo y la innovación. (Ministerio de Ambiente, 2020).

Gracias a la situación geográfica de Colombia, la desregulación del mercado de energía eléctrica desde el año 1995 y a las políticas de protección al medio ambiente, el país cuenta con un parque de generación de energía eléctrica que es suficientemente diversificado contando con plantas hidráulicas, térmicas a gas, carbón y combustibles líquidos y plantas eólicas que finalmente representan un

suministro de energía para el país de manera amigable con el medio ambiente (Camargo Luis Alejandro, Arboleda Maria Nohemi, 2012).

Para la ciudad de Bogotá en términos de generación de energía es altamente dependiente de las condiciones climáticas debido a la dependencia de fuentes hidroeléctricas o termoeléctricas. En iniciativas para generación de energía limpia es por proyectos de empresas privadas para beneficio interno.

La empresa de servicios públicos de energía de Bogotá Enel se encuentra trabajando en varias propuestas en búsqueda de la ventaja competitiva que ofrece la economía circular. Basado en un modelo de negocio integralmente sostenible se fundamenta en los siguientes 5 pilares de la economía circular: Sostenibilidad de los recursos, extensión del ciclo de vida, producto como servicio, plataformas colaborativas y vida útil. Donde se busca implementarla con propuestas de proyectos para la ciudad y el país como: la descarbonización por medio de la inversión de plantas de energía renovables y soluciones de movilidad eléctrica, mejoramiento de las cadenas de suministro (ENEL, 2017).

MARCO CONCEPTUAL

Para esta investigación es de importancia el entendimiento de los siguientes conceptos, tanto administrativos como técnicos, para comprender los resultados arrojados del avance de cada uno de los objetivos específicos en búsqueda de llegar al objetivo general.

La competitividad empresarial es la capacidad que tiene una organización para operar y crecer rentablemente, crear valor para sus propietarios, en un mercado donde operan competidores exitosos. La competitividad supone ser más competitivo que alguien y éste alguien es el área comercial de cada país (Margarita & Valdez, s/f).

la generación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía química, cinética, térmica, lumínica, nuclear, solar entre otras ya sea combustibles fósiles o recursos renovables en electricidad, por medio de un generador instalado en una central eléctrica (Enel Energía México S.A, s/f).

Las energías renovables son aquellas que su fuente de generación es a partir de fuentes naturales (sol, viento, agua) que producen energía de forma inagotable, puede ser limpia o no de acuerdo a la generación de residuos contaminantes. La energía limpia es un sistema de producción de energía eléctrica que no genera residuos, no realiza emisiones hacia la atmosfera ni contamina en otro modo.

La generación eléctrica distribuida (GD) es la generación o almacenamiento de energía a pequeña escala, conectada a la baja tensión, también conocida como micro generación y basada particularmente en energías renovables. (Benítez R. et al., 2013).

La economía circular plantea aplicar el funcionamiento de ciclos biológicos en un modelo de producción eficiente y sostenible. (Ruiz Saiz Aja, 2016).

La energía cinética trata de la energía que posee un cuerpo debido a su movimiento y depende de la masa y velocidad de este. La energía potencial es la capacidad de algunos cuerpos para generar un trabajo. La unión de energía cinética y potencial en un cuerpo en movimiento genera la energía mecánica que se puede almacenar y reutilizar. Dado a que el movimiento es energía, se da la aplicación de generar energía mientras se camina o se corre y los sitios en la ciudad donde se concentran estas actividades son los gimnasios principalmente (Boullosa, 2010).

El material piezoeléctrico puede convertir la tensión mecánica en electricidad. Esto es debido a que la fuerza modifica la estructura microscópica del material. Ejemplos de

materiales piezoeléctricos son los materiales de cuarzo los cuales están hechos de silicio y oxígeno en un patrón repetitivo. Entre más presión se ejerza en el material mayor generación de energía (Informal National stem Education network, 2013).

Clúster de energía eléctrica de Bogotá Trata de un espacio neutro donde líderes empresariales, gobierno, entidades de apoyo y academia trabajan colaborativamente para incrementar la productividad y competitividad del sector (Betancur, s/f-a).

MARCO LEGAL – NORMATIVIDAD

Normatividad Internacional

A nivel internacional debido a la necesidad de ir alternando a nuevas formas de generación de energía eléctrica dada la alta dependencia mundial en petróleo, carbón y gas natural, incluso combustibles nucleares que se consideran abundantes pero finitas, adicional al impacto de huella de carbono y efecto invernadero. Muchos países han visto la necesidad de realizar la transición a recursos renovables que ayuden a la mitigación del cambio climático y reducción de gases de invernadero. por lo tanto países como China, Alemania, España, y Estados Unidos, se consolidan hoy en día como pioneros en el desarrollo de las mayores capacidades instaladas en tecnologías para el aprovechamiento de la energía hidráulica, eólica, solar, geotérmica.

Entre tanto, países como Estados Unidos, Brasil y Alemania lideran la utilización de bioenergía en el sector transporte, Estados Unidos, Noruega, China, Japón y la Comunidad Europea lideran la utilización de electricidad (en parte producida a partir de fuentes renovables) en ese mismo sector y otros países como China, Estados Unidos y Turquía

lideran el aprovechamiento de energía térmica en forma de calor útil a partir de la energía solar y la energía geotérmica (González, 2015).

Por lo tanto la regulación de las energías renovables de cada país depende de los marcos legislativos y políticos de cada uno de ellos. Por ejemplo para la república China la ley de energías renovables expedida en 2006 y reformada en el año 2009, es la base legislativa diseñada para el desarrollo de energías renovables. Los principales objetivos convenidos en el artículo primero de la Ley, son la promoción del desarrollo y de la utilización de energías renovables, la mejora de la estructura energética, la diversificación del suministro de energía, la seguridad energética y la protección del ambiente para procurar el desarrollo sostenible de la economía y la sociedad. El capítulo tercero que comprende la orientación y soporte tecnológico para la industria, contempla la promoción de programas para el desarrollo tecnológico y científico en aras de incrementar las investigaciones científicas y técnicas que pretendan el desarrollo de energías renovables. En resumen el esfuerzo que el gobierno chino ha realizado para estimular el crecimiento de este sector lo cual se manifiesta en el significativo número de leyes y programas que se han ejecutado a lo largo de los últimos 20 años para promover el desarrollo de un mercado de energías renovables (Hern, 2001).

Para la unión europea los líderes establecieron en 2009 el objetivo de una cuota del 20 % de energías renovables en el consumo de energía total de la Unión a más tardar en 2020, y en 2018 se acordó que este objetivo fuera del 32 % para 2030. El futuro marco de actuación para el periodo posterior a 2030 está en debate. El Artículo 194 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (TFUE) cita: la política energética de la Unión tiene por objetivo fomentar el desarrollo de energías nuevas y renovables para una mayor

armonización e integración de los objetivos en materia de cambio climático con relación a la nueva configuración del mercado. El Parlamento siempre ha defendido el uso de fuentes de energía renovables y destacado la importancia del establecimiento de objetivos obligatorios para 2020 y, más recientemente, 2030 (European Parliament, 2019).

La política energética de Estados Unidos se instrumenta tanto a nivel estatal como federal, siendo quizás predominante el poder del Estado. A nivel federal, la Administración Trump ha revocado muchas iniciativas de la era Obama encaminadas al control de las emisiones, con la excusa de reducir costes al consumidor, dado a que el sector energético ha sufrido una transformación en sus fuentes de abastecimiento principalmente a la innovación tecnológica: El fracking ha permitido extraer petróleo y gas natural que era inaccesible y ello ha reducido las importaciones de estos combustibles disminuyendo la dependencia del carbón. Junto con el auge de las tecnologías renovables, que han reducido sus costes en los últimos años de forma drástica, ha permitido una considerable descarbonización de la economía americana.

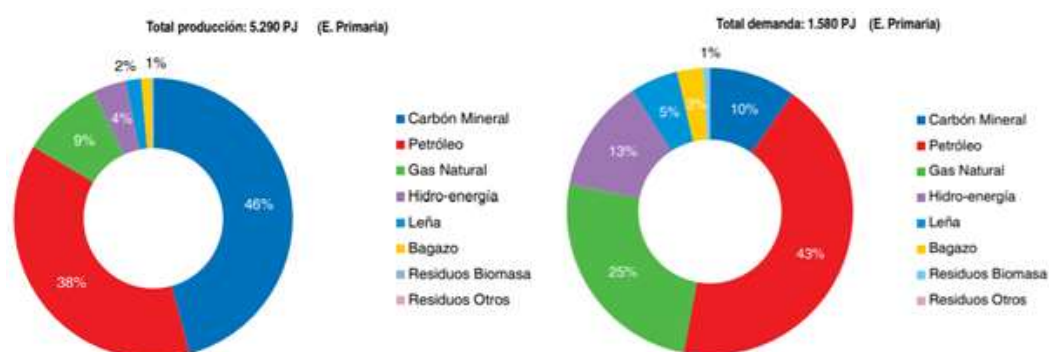
Hay que destacar que Estados Unidos no tiene una política federal de derechos de emisión, pese a que la Administración de Obama lo intentó por una ley que no pasó la aprobación de las Cámaras. No obstante, algunos pocos estados, entre los que destacan California y Nueva York, sí han establecido programas de obligación de compra de derechos de emisión que están en funcionamiento. Por último, hay que mencionar que la electrificación del transporte, a pesar de ser una tendencia en alza, sigue siendo un pequeño nicho del mercado. En 2017 se vendieron alrededor de unos 200.000 vehículos eléctricos o híbridos, un 26% más que el año previo, pero lejos de los más de 17 millones de coches que se vendieron en total en 2017 (Gómez Jiménez & Sanz Oliva, 2019).

Normatividad Nacional

Colombia es un país donde sus fuentes energéticas son mayormente de combustibles fósiles y recursos renovables. En la Ilustración 1 a la izquierda se muestra la explotación y producción nacional de recursos energéticos primarios y a la derecha la demanda interna de recursos energéticos primarios. En esta grafica se evidencia que el consumo del carbón mineral en la demanda del país es relativamente bajo. El petróleo y gas natural muestran la mayor cantidad de consumo a pesar de las diferentes fuentes y yacimientos por explorar el desarrollo de fuentes de energía alternativas pueden suplir en un porcentaje estas necesidades es allí donde juega un papel importante la inversión y desarrollo de este tipo de tecnologías las cuales ayudaran a suplir la necesidad energética domestica del país (Mancera et al., 2015).

Ilustración 1

Explotación y Producción Nacional de Recursos Energéticos Primarios, Demanda Interna de Recursos Energéticos Primarios en el Año 2012.



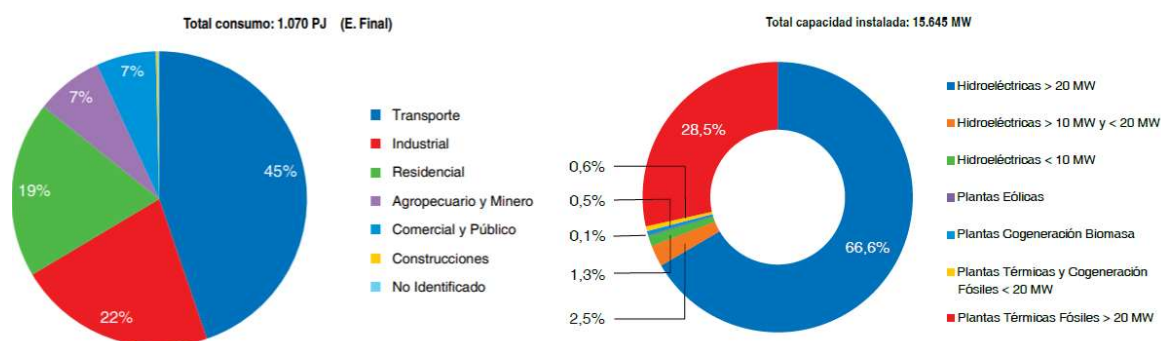
Fuente. UPME 2012.

En la ilustración 2 se muestra la demanda doméstica de energía final por sector en el año 2012 y a la derecha la capacidad de generación eléctrica del sistema interconectado nacional a diciembre del 2014 (UPME, 2012). En las gráficas comparativas se muestra que en los

sectores de consumo de transporte e industria predomina el petróleo para el servicio de transporte y gas natural para la generación de energía eléctrica. Para los demás sectores la mayor fuente de energía eléctrica es la hidroeléctrica que representa entre el 70% al 80% de la generación. La inclusión de energías alternativas a aportar en la generación eléctrica como la eólica o la solar en conjunto con la biomasa para la cogeneración de calor, o la biomasa para el sector del transporte, comienza a dar sentido a la importancia y los beneficios que trae la inclusión de nuevas formas de generación. Por lo cual existe una normatividad legislativa en pro de ello (Gonzáles, 2015).

Ilustración 2

Demanda Doméstica de Energía Final por Sector Año 2012. Capacidad de Generación Eléctrica del SIN a Diciembre 2014.



Fuente. UPME 2012. (XM, s/f).

En la ilustración 3 la regulación aplicable para proyectos energéticos renovables en Colombia es:

Ilustración 3

Beneficios tributarios

LEY O ARTICULO	RESUMEN
Las leyes 142 y 143 de 1994	establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética (Palomo, 2002).
Ley 1715 de 2014	Se describen los incentivos tributarios para invertir en energía renovable. Tiene como propósito incentivar el desarrollo y uso de las fuentes no convencionales de energía renovable. En el sistema energético nacional, o en zonas no interconectadas aportando al desarrollo económico sostenible, disminución de huella de carbono.
Los beneficios tributarios descritos en la ley 1715	Artículo 11 de la Ley 1715 de 2014 Los contribuyentes declarantes del impuesto sobre la renta que realicen directamente nuevas erogaciones en investigación, desarrollo e inversión para la producción y utilización de energía a partir FNCE o gestión eficiente de la energía, tendrán derecho a deducir hasta el 50% del valor de las inversiones
Artículo 2.2.3.8.2.1. y siguientes del Decreto 2143 de 2015 (incorporado al Decreto 1073 de 2015).	El valor a deducir anualmente no puede ser superior al 50% de la renta líquida del contribuyente (Unidad de Planeación Minero Energética UPME, 2014).
Artículo 14 de la Ley 1715 de 2014. Artículo 2.2.3.8.5.1. del Decreto 2143 de 2015 (incorporado al Decreto 1073 de 2015).	Depreciación acelerada. Gasto que la ley permite que sea deducible al momento de declarar el impuesto sobre la renta, por una proporción del valor del activo que no puede superar el 20% anual
Artículo 12 de la Ley 1715 de 2014. Artículo 2.2.3.8.3.1. del Decreto 2143 de 2015 (incorporado al Decreto 1073 de 2015). Ley 1715 art. 12, Decreto 2143 Artículo 2.2.3.8.3.1.	Exclusión de bienes y servicios de IVA. Por la compra de bienes y servicios, equipos, maquinaria, elementos y/o servicios nacionales o importados
Ley 1715 art. 13, Decreto 2143 de 2015 Arts. 2.2.3.8.4.1.	Exención de gravámenes arancelarios. Exención del pago de los Derechos Arancelarios de Importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de pre inversión y de inversión de proyectos con FNCE (Unidad de Planeación Minero Energética UPME, 2014).

Fuente elaboración propia

MARCO TEORICO

Competitividad

Al valorar la implementación de proyectos de desarrollo de energías limpias, un factor importante es la elevada inversión inicial, por ejemplo las plantas solares y eólicas necesitan de una gran cantidad de terreno para su construcción, además la detallada planeación que requiere, adicional que deben ser grandes plantas productoras para que suplan la demanda de una región, para que puedan respaldar la generación y distribución de los sistemas energéticos. A grandes rasgos, es el motivo por el que el incremento de la participación de las energías renovables en la matriz energética de los distintos países es reducido (Sinelec, 2020).

Sin embargo, el paradigma energético mundial está cambiando. El avance tecnológico, la aparición de desarrolladores de proyectos a gran y pequeña escala, el aumento de investigaciones y el creciente volumen de inversión destinado a la materia son algunos de los factores que apuntan a esta dirección (Sinelec, 2020).

Según el informe Renewable Power Generation Costs in 2017 (IRENA, 2018), para el año 2020 todas las tecnologías de este tipo de energía competirán con los precios de las generadas a partir de combustibles fósiles. Entre las conclusiones del documento se destaca que en los últimos doce meses el coste necesario para generar energía eólica, fotovoltaica, geotérmica o hidroeléctrica ha competido directamente con los costes de generar energía a partir de combustibles fósiles como el carbón. Igualmente se destaca que los costes de la energía fotovoltaica se reducirán a la mitad en el mencionado año 2020 (Sinelec, 2020).

De acuerdo a la convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) “se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. Por estas acciones la temperatura del planeta está en aumento exponencial, generando fenómenos meteorológicos. Los cuales afectan gravemente los ecosistemas del planeta. Los efectos se han visto materializados como lo son el fenómeno del niño y de la niña, sequia e inundaciones (Centro Virtual de Negocios, 2018).

Colombia aporta el 0,37% (180.008,18 Giga gramos) del total emitido en el mundo (49 gigatoneladas) (Ideam, Cambio climático, 2019). “En 1990 el país registró la emisión de 216,29 millones de toneladas de gas carbónico (CO₂). Desde entonces esa cifra ha venido en aumento hasta situarse en 236,7 millones de toneladas en 2014”(*En 24 años aumentó en un 10% la emisión de gases efecto invernadero en Colombia*, 2018), lo que equivale a un aumento del 10% en 24 años. Las causas son: la deforestación, agricultura, el sector de minas y energía, el transporte y la manufactura. Según el INGEI (Inventario nacional de gases efecto invernadero) “En el sector energético el 36% promedio de las emisiones son el uso de combustibles fósiles en centrales termoeléctricas, seguido por la quema de combustibles en la producción y refinación de petróleo y gas. Las emisiones entre 1990 y 2006 crecieron anualmente al 2,5% y 6,3% entre 2006 y 2010. (IDEAM, 2016). Este fenómeno obliga a que las empresas de energía deban encender las plantas termoeléctricas, Situación que implica aumentar el aporte de emisiones de CO₂ por la quema del carbón.

Eficiencia en las organizaciones

La eficiencia en las organizaciones refiere a lograr las metas de manera óptima requiriendo la menor cantidad de recursos que obtenga una reducción en los costos de la organización. Para la aplicación y motivación de las inversiones en generación de energías limpias se encuentra que la economía circular está implícita en este tipo de proyectos y al aplicarla resulta obtención de eficiencia.

Teorías economía circular

La economía circular es una estrategia que tiene como objetivo las 3 R (Reducir, Reusar, Reciclar), para proteger el medio ambiente, eliminar la contaminación, mejorar la economía, es una ventaja competitiva está inspirada en los procesos cíclicos de la naturaleza donde todo se rehúsa y es de utilidad. La economía circular nace como una alternativa a este modelo de economía lineal con algunos intentos de recuperar los daños causados Uno de los precursores es el químico alemán Michael Braungart, y el arquitecto estadounidense Bill McDonough, creó el concepto y certificación Cradle to Cradle TM (de la cuna a la cuna), una filosofía diseñada para comparar los procesos industriales y comerciales con un proceso de metabolismo biológico, los desechos equivalen a nutrientes que pueden ser recuperados y reutilizados (William McDonough & Braungart, 2010). Otro ejemplo es la propuesta de Janine Benyus autora de Biomimicry: Innovation Inspired by Nature, una forma de usar los fenómenos de la naturaleza para buscar soluciones a problemas de la sociedad humana (Benyus, 2002).

Modelo de inversión

Los modelos de inversión tomados para el presente trabajo son enfocados a lo que recomienda los entes reguladores de energía del país. Así como la aplicación en ellos de los modelos de economía circular estudiados por entidades internacionales.

Proyectos de fuentes no convencionales de energía

Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER). Son aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleados o son utilizados de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. (Mancera et al., 2015).

Nuevos proyectos de FNCE. Son aquellas actividades interrelacionadas que se desarrollan de manera coordinada para instalar capacidad de generación de energía eléctrica a partir de FNCE desde la expedición del Decreto 2143 de 2015. Puede incluir actividades como investigación y desarrollo tecnológico o formulación e investigación preliminar, estudios técnicos, financieros, económicos y ambientales definitivos, adquisición de equipos, elementos, maquinaria, y montaje y puesta en operación. Etapas de proyectos de FNCE pre-inversión (investigación y desarrollo tecnológico o formulación e investigación preliminar); ii) etapa de inversión (estudios técnicos, financieros, económicos y ambientales definitivos, montaje e inicio de operación); y iii) etapa de operación (administración, operación y mantenimiento) (Mancera et al., 2015).

En la tabla 1 se describen las etapas recomendadas por la UPME para la inscripción de proyectos FNCER.

Tabla 1

Etapas del Proyecto y la Aplicación de los Incentivos.

FASES	PASOS	DESCRIPCION	SALIDA
	IDEA	Definir si el proyecto de inversión corresponde a gestión eficiente de energía y/o una FNCER, para determinar los incentivos aplicables (Mancera et al., 2015).	
FASE 1	PREFACTIBILIDAD	Análisis técnico y económico de las alternativas de inversión. Comprobar que el proyecto sea prioritario, hacer un diagnóstico del sector, técnicamente y económicamente viable, identificar problemas y obstáculos, presentar posibles fuentes de financiación de acuerdo al análisis determinar mejores opciones (Unidad de Planeación Minero Energética UPME, 2014).	
FASE 2	FACTIBILIDAD	Con la elección de la prefactibilidad analizar a profundidad los condicionantes del proyecto, realizar ingeniería básica, estimación de costos de viabilidad económica, estudio financiero, estudio ambiental, esta información ayudara a tomar la decisión del proyecto (Unidad de Planeación Minero Energética UPME, 2014).	
FASE 3	INGENIERIA DE DETALLE	Elaboración del diseño definitivo de actividades y acciones que garanticen la ejecución y operación del proyecto, planos de detalle, especificaciones técnicas, montaje, puesta en marcha, cronograma de ejecución y presupuesto detallado (Unidad de Planeación Minero Energética UPME, 2014).	
	PROCEDIMIENTO DE REGISTRO ANTE LA UPME	Dependiendo de la capacidad del proyecto a registrar se utilizan los anexos de la Resolución 146 de 2016 los cuales se pueden descargar en la página de la UPME. Anexo 1. Proyectos mayores o iguales a 1MW Anexo 2. Proyectos menores a 1MW Para el registro de proyectos de generación de energía FNCE con propósito diferente a la generación de energía eléctrica se utilizará el anexo 4 de la Resolución 143 de 2016 (Unidad de Planeación Minero Energética UPME, 2014).	CERTIFICADO DE REGISTRO

	AVAL DEL PROYECTO POR LA UPME	La vigencia del registro depende de la fase en la que se realice: FASE 1: 2 años FASE 2: 1 año FASE 3: 1 año o hasta el inicio de la construcción El proyecto no aplica registro en el evento de empezar construcción u operación (Unidad de Planeación Minero Energética UPME, 2014).	CERTIFICADO UPME
	PROCEDIMIENTO ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales)	Certificado de beneficio ambiental	CERTIFICADO AMBIENTAL ANLA
	REMISION DE CERTIFICADO ANLA A LA VUCE (Ventanilla Única de Comercio Exterior)	Notificación a la DIAN del acceso a los beneficios de IVA y aranceles (Mancera et al., 2015).	
	EJECUCION DEL PROYECTO	Con el certificado de la ANLA enviado los siguientes son los tramites con la DIAN (Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales.) IVA: Se presenta como documento soporte el certificado ANLA para la solicitud de exclusión de compras nacionales de maquinaria, como en la presentación de la declaración de importación en adquisiciones internacionales. ARANCEL: Con el registro ante la VUCE se entiende notificada la DIAN de la exención. Este registro debe darse al menos 15 días antes de la nacionalización de los bienes importados. RENTA: Se aplican los incentivos en las declaraciones de renta, teniendo como soporte el certificado ANLA. Puede darse durante o posterior a la ejecución del proyecto (Mancera et al., 2015).	

Fuente elaboración propia

Modelos proyectos economía circular

En el ámbito financiero y administrativo los modelos económicos de economía circular se basan puntualmente en un proyecto o portafolio de proyectos de una compañía por 3 modelos realizada por Working Group FinanCE, Modelo de innovación circular (MIC) para empresas que desarrollan productos, de uso circular (MUC) se enfoca que en el uso de un producto busca optimizar su uso y circular de reutilización (MCR) se basa en desarrollar formas de rehusó para mantener el valor del bien (Working Group FINANCE & Kraanen, 2016).

Como modelos de negocio se puede encontrar 5 tipos:

- Suministros circulares: Uso de energías renovables o materiales reciclados
- Recuperación de recursos: Obtener energía o un recurso a por medio de residuos
- Prolongación de la vida útil del producto: Actualizar, reparar y revender productos
- Compartir plataformas: Colaboración entre usuarios para compartir el uso de productos.
- Producto como servicio: Alquilar el producto usarlo y devolverlo.

Análisis DOFA - PESTEL

La matriz DOFA (también conocida como FODA, y SWOT en inglés) es una herramienta usada para entender y tomar decisiones de situaciones en negocios y empresas. DOFA es el acrónimo de Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas. Los encabezados de la matriz proveen el marco de referencia para revisar la estrategia, posición y dirección de una empresa, propuesta de negocios, o idea. La plantilla del análisis DOFA es generalmente presentada como una matriz de cuatro secciones, una para cada uno de los elementos: Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas.

El análisis DOFA puede ser utilizado en conjunto con la matriz PESTEL, que mide el mercado y el potencial de una empresa según factores externos, específicamente Políticos, Económicos, Sociales y Tecnológicos. Es recomendable realizar el análisis PESTEL antes del DOFA. El primero mide el mercado, el segundo, una unidad de negocio, propuesta o idea (Fortalezas y debilidades) y externos (oportunidades y amenazas), (Chapman, 2004).

DISEÑO METODOLOGICO

A continuación, se describe el enfoque, tipo de investigación, los instrumentos de recolección de información y sus fases, para el desarrollo de los objetivos propuestos se basa en el desarrollo de la siguiente secuencia: Abordar la revisión del estado del arte de la problemática planteada. Elaboración del marco teórico con múltiples referencias internacionales y nacionales. Desarrollar un abordaje de investigación cualitativa por medio de conclusiones de otros trabajos investigativos. Resultado del análisis se generan las conclusiones.

Clasificación Institucional De La Investigación

Este trabajo de maestría se enmarca en la opción de grado de orden profesional” (Universidad Santo Tomas, 2020, pág. 22).

Adicionalmente, este trabajo de grado se clasifica en la línea de investigación de “Gestión y fortalecimiento”, a la sub línea de investigación “Gestión y fortalecimiento empresarial”, y a la temática específica “Pensamiento estratégico en la gestión de las organizaciones” de la Facultad de Administración de Empresas de la Universidad Santo Tomas.

Enfoque

El enfoque del presente trabajo investigativo es de manera descriptivo exploratorio, donde se busca caracterizar el hecho de la generación eléctrica en actividades comunes de la ciudad de Bogotá.

Tipo de Alcance o investigación

El alcance del presente trabajo de investigación, es presentar el resultado del análisis realizado por medio de la ejecución de cada uno de los objetivos específicos para lograr el objetivo general.

El tipo de investigación es descriptivo - exploratorio. De acuerdo a Sampieri los estudios exploratorios se efectúan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes y los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis (Hernández Sampieri, 2006).

La investigación es de tipo documental en la medida en que hizo recolección de información de datos de fuentes secundarias. Con el uso de instrumentos como, fichas descriptivas, tablas de recolección de información, tablas banco de bibliografía, análisis de contenido cuantitativo de las fuentes recolectadas, matrices de variables técnicas, económicas, financieras, matrices de análisis estratégico Pestel Dofa, graficas de síntesis de beneficios tributarios.

En el presente estudio se entiende la revisión documental o exploratoria de la revisión sistemática de la literatura. Teniendo en cuenta lo anterior, a partir del levantamiento de información en la fase exploratoria, se realiza un análisis estratégico para estudiar la generación de energías limpias en Bogotá donde se sintetizan los resultados de múltiples investigaciones, para conocer y comprender su estado actual y posibles aportes que se podrían integrar. Seguido en la fase descriptiva se describen datos y características para definir y clasificar los tipos de generación existentes o posibles, analizarlos y compararlos

en búsqueda de cual tendrá mayor ventaja competitiva en aplicabilidad de sectores comerciales de la ciudad de Bogotá.

Diseño del marco metodológico

El diseño del marco metodológico usado se desarrolla objetivo por objetivo, buscando el logro del alcance general planteado como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Matriz Metodológica

<i>Objetivo general</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>Actividades</i>	<i>Técnica</i>	<i>Resultados esperados</i>
<i>Realizar el estado del arte de la generación de energía eléctrica limpia en la ciudad de Bogotá identificando ventajas competitivas en los puntos comerciales de Bogotá</i>	Identificar los documentos trabajos de grado, artículos científicos y ponencias sobre formas de generación eléctrica limpia en actividades económicas en la ciudad de Bogotá.	Investigar sobre los diferentes tipos de generación de energía en Bogotá. Luego clasificar las actividades económicas y listar las aplicaciones encontradas.	Tabla de recolección de fuentes de información secundaria. Anexo A.	Listado con los tipos de generación eléctrica y actividades económicas basados en la recolección de investigaciones.
	Elegir y analizar dos formas de generación eléctrica en las actividades económicas de la ciudad, a través del estado del arte de los proyectos de generación de energía limpia como: cinética, piezoeléctrica, eólica, solar o biocombustibles.	Con el listado de formas de generación y actividades económicas identificadas se toman los trabajos de investigación recolectados y se aplica las 9R de economía circular para elegir los trabajos que se quieran estudiar.	Tabla de clasificación de temas de investigaciones elegidas. Anexo B.	Listado de los trabajos de investigación de acuerdo a las dos formas de generación elegidas y análisis del aporte de cada una de ellas
	Comparar los modelos de inversión de los proyectos analizados en la generación de energías limpias de las actividades elegidas para determinar la opción con mayores ventajas competitivas.	Recolectar las variables comunes entre los trabajos elegidos como variables técnicas y económico financieras. Comparar variables y destacar los trabajos de investigación de mayor viabilidad económica. A los trabajos clasificados realizar análisis estratégico para identificar amenazas y oportunidades definiendo el más competitivo.	Matriz de prefactibilidad con variables técnicas, económicas y financieras comunes entre los trabajos de investigación. Matriz PESTEL-DOFA	Elección del modelo más competitivo comparando ambos estudios de los proyectos elegidos en la aplicación piezoeléctrica y cinética se tomará la decisión sobre qué proyecto aplicar los factores efecto fiscales a las variables disponibles.
	Identificar los beneficios fiscales para la actividad más competitiva con el fin de visualizar que aporte daría a los proyectos de generación eléctrica limpia.	Con el marco legal tomar los beneficios tributarios que aplican al trabajo de investigación más competitivo.	Grafica de clasificación de beneficios tributarios	Listado de beneficios tributarios que aplican a la actividad más competitiva

Fuente elaboración propia

PRESENTACION DE RESULTADOS

De acuerdo a la cámara de comercio el clúster de energía eléctrica de Bogotá está integrado la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. Esta es una de las apuestas productivas de la ciudad-región, en consonancia con la Estrategia de Especialización Inteligente que se viene construyendo entre actores públicos y privados del Distrito y del Departamento (Betancur, s/f-b). En la ciudad de Bogotá se identificaron investigaciones ver tabla 3 de formas de generación de energía limpia.

Tabla 3

Investigaciones de Generación de Energía Eléctrica en la Ciudad de Bogotá

Investigaciones de formas de generación eléctrica en Bogotá	Piezoeléctrico	Discoteca
		Vías automóbiles
		Ciclo ruta
		Pasos peatonales
	Solar fotovoltaica	Para edificios
		Alumbrado publico
		Parqueaderos
		Bodegas
	Biomasa	Palma de aceite
		Desechos orgánicos
		Desechos humanos en cárceles
		Desechos restaurantes
	Eólica	Micro turbinas
		Auto generador bicicletas
		Turbina en Usme y Yomasa
		Autogenerado en transporte masivo
	Cinética	Eco Gimnasios
		Fotobiorreactores
		Pirolisis de cascarilla

Fuente elaboración propia

En la búsqueda documental de investigaciones acerca de formas de generación de energía en la ciudad de Bogotá listadas en la Tabla 3. A continuación se menciona la funcionalidad de cada una de ellas:

La piezoeléctrica trata sobre la generación de energía a partir de ejercer presión sobre materiales que capturan la energía mecánica y la convierten en energía eléctrica. Dentro de los trabajos de investigación encontrados en la búsqueda bibliográfica se encuentra el uso

de este material en una discoteca en Perú la cual se toma como referencia por su interesante aplicación que podría aplicarse para la ciudad de Bogotá.

Para la ciudad de Bogotá puntualmente se encuentra una aplicación en vías de automóviles, en la ciclo ruta y en pasos peatonales. Trabajos de investigación de diferentes facultades como ingeniería mecánica, ingeniería civil, ingeniería ambiental, marketing, entre otras de diferentes universidades de la ciudad.

La energía Solar fotovoltaica es una fuente de generación de energía renovable que se obtiene de la radiación solar, capturándola mediante un panel solar, que con sus propiedades del material del que este hecho transforma la radiación en energía eléctrica. En la bibliografía se encontraron investigaciones en aplicaciones para edificaciones, alumbrado público, parqueaderos y en bodegas.

La Biomasa es toda materia orgánica con propiedades de ser utilizada como fuente de energía. El origen puede ser vegetal o animal, artificial o natural. Existen tres formas de generación: la primera es a través de combustión directa, la segunda por medio de gasificación y la tercera por medio de la descomposición donde se generan microorganismo que generan una acción anaeróbica en la atmosfera. Como aplicaciones se encontraron trabajos de investigación con la utilización del aceite de palma como combustible, desechos orgánicos de diferentes fuentes, desechos humanos en las cárceles y desechos naturales en los restaurantes.

La energía eólica se obtiene por medio del movimiento de turbinas con la acción del viento, que con el movimiento de rotación generan energía eléctrica. En esta aplicación se encontraron trabajos de investigación con microturbinas, auto generadores instalados en las

bicicletas, turbinas instaladas en Usme y Yomasa debido a que la geografía da para obtener vientos con fuerza, auto generadores en el transporte masivo.

La energía cinética es la energía que tiene un objeto debido a su movimiento aplicando una fuerza. Los trabajos de investigación encontrados están los eco gimnasios, que instalan dinamos de generación de energía por medio de las maquinas que generen movimiento por medio de la acción de movimiento de sus usuarios. Actividad bastante usada por los capitalinos. Los fotobiorreactores, es un biorreactor que usa la luz para cultivar algas o microorganismos fototrópicos, organismos que pueden ser usados como biocombustibles o ser usados para el movimiento de hidro turbinas a través de su crecimiento. La pirolisis de cascarilla de arroz puede ser usado para la generación por medio de su combustión de vapor que por medio de energía cinética puede mover turbinas que generan energía eléctrica.

De el listado de la tabla 3, se eligen las formas de generación piezoeléctrica y cinética para este trabajo de investigación, por sus formas novedosas de aplicación en diferentes actividades dentro de la ciudad, como lo son: en vías, ciclo ruta, discotecas, gimnasios, entre otras. Porque se encuentran en auge y la información de aplicabilidad que existe hasta el momento para la ciudad de Bogotá, se encuentra en la etapa de investigación, lo cual las hace interesantes en ahondar con el fin de aportar en su viabilidad y posibles futuras aplicaciones conociendo sus bondades. Todo esto también con el fin de acotar la investigación en esta muestra donde finalmente en los resultados se pueda concluir denominadores comunes en las diferentes formas de generación.

En búsqueda de sustentar la elección de estas dos formas de generación a continuación, se realiza una descripción de la generación piezoeléctrica y cinética:

Generación eléctrica piezoeléctrica

El efecto piezoeléctrico trata del fenómeno de la polarización de las moléculas por medio de la tensión mecánica aplicada a ciertos cristales como el cuarzo. La polarización del cristal produce una diferencia de potencial a través de él lo que produce energía eléctrica (Tipler & Mosca, 2005).

Las baldosas piezoeléctricas son los elementos centrales para armar un proyecto de generación piezoeléctrica. El concepto general es donde se quiere generar y el área a instalar, lugares de alto tránsito de personas o elementos que produzcan presión sobre ellos donde esa energía mecánica generara constantemente energía eléctrica. Se debe realizar la elección del material de la baldosa, evaluar de la rigidez del material, la resistencia a la abrasión, resistencia al deterioro ambiental, facilidad de instalación y el peso. Seguido evaluar las constantes piezoeléctricas, coeficiente de acoplamiento, constante dieléctrica, el tipo de circuito a usar si es en serie o en paralelo (Cifuentes Gutiérrez, 2013). Seguido realizar análisis estadísticos para determinar el flujo promedio de paso de circundantes en el material piezoeléctrico.

Para determinar la viabilidad técnica se debe calcular por el área elegida, la cantidad de energía que se generara de acuerdo a la estadística de flujo de paso que se tome. Se debe tener en cuenta la vida útil del elemento para calcular el tiempo de generación (Agatón Aguirre, 2014). Concluyo: la valoración de la obra de la instalación, materiales, equipos, herramientas, mano de obra. Valorar el sistema piezoeléctrico baldosas elegidas, sistema de baterías, sistemas de rectificación. La valoración de la implementación del sistema. Evaluación costo beneficio, la mayoría de proyectos de investigación se centran en un costo beneficio en el ahorro de la factura de energía por iluminación. Finalmente, operación y

mantenimiento aunque son sistemas de larga duración, deben contemplarse mantenimientos preventivos para conservar su vida útil (Tamayo Zapata & Cardozo Gutiérrez, 2017).

Para este tipo de proyectos se debe tener en cuenta que una persona transfiere menor energía mecánica que elementos de mayor masa como un automóvil o un avión por lo tanto a mayor masa, mayor generación de energía (Cifuentes Gutiérrez, 2013).

En la ciudad de Bogotá no se hallaron registros de proyectos implementados con esta tecnología, pero si se encontraron trabajos de investigación de análisis de factibilidad.

El uso de piezoeléctricos para la generación de energía sostenible como proyecto piloto en un perfil vial de Bogotá.

Este trabajo de investigación trata sobre un sistema piezoeléctrico en un perfil transversal vial en la ciudad de Bogotá, realiza la búsqueda de información del sistema y del proceso de instalación, los impactos y beneficios en los aspectos ambientales, técnicos, y económicos, producto de la ejecución de los piezoeléctricos en experiencias internacionales. Se seleccionó la intersección identificada como AK_72_X_AC_17, ubicada entre la Av. Boyacá y la Av. calle 17 en la ciudad de Bogotá para implementar el proyecto. Se concluye que no solo el paso de vehículos pesados sino el paso constante de vehículos livianos contribuye con la eficiencia del sistema piezoeléctrico (Tamayo Zapata & Cardozo Gutiérrez, 2017).

Análisis de la factibilidad económica y ambiental de utilizar baldosas piezoeléctricas en el campus de la Universidad Militar Nueva Granada (UMNG).

Trata de una monografía que analiza los costos para implementar en la Universidad Militar Nueva Granada, el impacto en la generación de energía eléctrica, el ahorro monetario en costos por concepto de electricidad y la mitigación de emisiones de CO₂ con

el uso de sistema piezoeléctrico. Se propone implementar el sistema con el flujo de peatones que ingresan y egresan en la entrada principal de la sede calle 100 de la UMNG, compuesto por 10 baldosas piezoeléctricas marca Pavegen fabricadas en Reino Unido, en los 5 torniquetes que se encuentran en la entrada. Se concluye que instalar baldosas en este lugar no es factible, debido a la elevada inversión de la compra de las baldosas y la poca energía que éstas producen durante su vida útil. (Agatón Aguirre, 2014).

Los siguientes dos trabajos se usan como referencia de aplicación que podría ser usada en la ciudad de Bogotá, su uso es informativo y comparativo:

Diagnóstico para la implementación de baldosas piezoeléctricas como alternativa de energía renovable en la universidad santo Tomás Villavicencio campus aguas claras.

Desarrolla un diagnóstico para la implementación de un sistema de baldosas piezoeléctricas, como una alternativa de energía renovable en la universidad Santo Tomas Villavicencio. Mediante el diseño y construcción de un prototipo de 41 x 41 cm que cuenta con una placa superficial fabricada a partir de plásticos reciclados (30% polipropileno, 30% Polietileno de alta densidad y 40% Polietileno de baja densidad), piezoeléctricos cerámicos convencionales, placas de MDF y un marco de acero que la contiene, con una vida útil aproximada de 10 años, acatando criterios económicos, ambientales y de calidad. Se propone una prueba piloto en el salón 103ª del campus aguas claras, midiendo su resistencia al peso y su comportamiento energético en un flujo peatonal controlado, arrojando una producción por pisada de 0,0072 W. Se propone implementar el proyecto en la rampa antes de llegar al lobby y la portería peatonal. Se hizo un análisis de cuantas baldosas se podrían posicionar, y cuanta energía generarían, arrojando un total de 180 baldosas con una

producción de 107,71 W anuales en los dos puntos para el año 2019. Por otro lado, la demanda energética anual de la universidad se estimó teniendo en cuenta los históricos del consumo de energía del año 2014 al 2018, arrojando 1780150,8 kW/h para el año 2019. Con lo anterior, se pudo estimar la viabilidad económica generada por el sistema, además de los beneficios ambientales generados por el proyecto. De acuerdo con los indicadores económicos el sistema de baldosas piezoeléctricas propuesto es inviable económicamente, debido a la poca generación de energía que genera cada baldosa con relación a su costo de producción. A pesar de no ofrecer un gran beneficio económico si ofrece una reducción de emisiones 0,052 tCO₂ /MWh a la atmosfera en el año 2019 (Arévalo & Lamprea, 2019).

Aprovechamiento de la tecnología piezoeléctrica para la generación de energía eléctrica en la pista de baile de la discoteca la calle – distrito de Soritor – departamento de san Martín.

La implementación de la tecnología piezoeléctrica como una alternativa energética para la pista de baile de la discoteca la CAYET en Perú, para generar energía eléctrica a partir de la fuerza ejercida en cada pisada de las personas que acuden a este local bailable, para iluminar sus ambientes. Se propone la instalación del sistema en un área de 15 m² en la pista de baile donde permanecen en promedio 75 personas de 65 kg aproximadamente, liberando 4806,76 Joule de energía mecánica suficiente para que el sistema de generación piezoeléctrica pueda convertir dicha energía en energía eléctrica. Se concluye que el sistema estima una inversión de S/. 10 209, 03; y considerando la tarifa actual con la que cuenta la discoteca de S/. 0,8027/kWh, donde el prototipo trabaje 3 días a la semana, en dos turnos diferentes (viernes, sábado y domingo), 10 horas al día (120 horas mensuales), genera un ahorro en la facturación mensual de S/. 91,03 se estima la recuperación del capital

después de aproximadamente 9 años con 4 meses. Pero su aporte a la emisión de CO₂ es significativo (Nuñez, 2018).

Para los proyectos piezoeléctricos su condición es el paso masivo de objetos se podría decir que es de utilidad ya que dentro de la ciudad estas actividades son de uso diario. Lo que ayuda a concluir que es de gran provecho para la ciudad, ya que actividades como: paso de peatones en lugares públicos, paso de vehículos en calles muy transitadas o paso de personas por actividades de ocio, como lo es una pista de baile en una discoteca o las pistas de aterrizaje de aviones son actividades comunes y de uso concurrente para la ciudad. Que para todas estas aplicaciones su aporte será la generación de energía eléctrica limpia, dependiendo de la implementación de la tecnología, serán o no eficientes sus costos de operación y mantenimiento, pero para todas es evidente el aporte en la reducción de gases de invernadero.

Generación eléctrica cinética

La energía cinética es la energía generada debido al movimiento, cuando se acelera un objeto se necesita realizar una fuerza, para ello es necesario aplicar una fuerza, el resultado es transferir energía a un objeto y este se moverá a velocidad constante. El teorema trabajo-energía relaciona el trabajo efectuado sobre un objeto con el cambio en la energía cinética del objeto (Wilson & Buffa, 2002).

Para este tipo de proyectos se debe realizar un cálculo de la cantidad y el tipo de máquinas a instalar en el gimnasio (Depende de la maquina se evalúa velocidad de pedaleo, paso, dependiendo el caso), la conexión que normalmente es en paralelo para provechar la generación, el número de usuarios, las clases de spinning y la franja de tiempo de uso. Este cálculo sirve para conocer la cantidad de energía que se generara en un rango de tiempo.

Es importante la definición de almacenar la energía en baterías para uso interno o el uso de un inversor para la inyección de la energía a la red eléctrica (Benítez et al., 2013).

Para generación de energía cinética no se encontraron evidencias de aplicaciones de este tipo de tecnología en la ciudad de Bogotá.

Producción energética en un modelo para gimnasios colombianos

El artículo presenta un modelo de generación de energía conjunta desde varias máquinas, como alternativa para ser implementada en gimnasios. Estudia los procesos, desde la fuente primaria y el generador y la cuantificación de las cantidades de energía que generan las bicicletas de spinning y elípticas en un periodo de tiempo. Su base son dos gimnasios colombianos y se evaluó técnicamente la energía cinética generada, para determinar la máquina más eficiente y la cantidad de energía. Luego del diseño se realizó una simulación de dos tipos de gimnasio uno pequeño (11 bicicletas para calentamiento, 12 elípticas, clases diarias de spinning de 1 hora con 14 bicicletas spinning) y uno grande (15 bicicletas para calentamiento, 18 elípticas, clases diarias de spinning de 1 hora con 30 bicicletas spinning). Como resultado, se obtuvieron las curvas de energía generada versus la energía consumida. Técnicamente, es viable la producción de energía en gimnasios, el modelo contribuye en gran medida a un ahorro tanto económico como energético. (Benítez et al., 2013).

Proyecto EcoMove - Gimnasio Ecológico.

Este trabajo trata sobre un análisis de la implementación de un emprendimiento para la creación de un gimnasio ecológico. Argumentando su competitividad debido al auge en que las personas quieren mejorar su calidad de vida y que su diferenciador con la competencia es el uso de energía cinética que funciona con el movimiento de la afluencia de personas que asistan al gimnasio con el fin de disminuir el uso de energía tradicional que se obtiene

en su gran mayoría de hidroeléctricas y la quema de bio-carburos. El gimnasio se encontrará ubicado en la ciudad de Bogotá, Chicó el Lago. Con un tamaño de 300 metros cuadrados. Resultado del análisis mencionan el riesgo cambiario dado que las maquinas son importadas, la cantidad de gimnasios en la zona (Alzate Barajas et al., 2019).

Propuesta de un modelo de generación de energía eléctrica a partir de energía biomotriz en el gimnasio de la universidad el bosque – campus Usaquén.

El propósito del trabajo es recopilar cierta cantidad de información por medio de encuestas para lograr proponer un sistema de generación de energía eléctrica a partir del movimiento en el gimnasio de la Universidad el Bosque. El gimnasio se encuentra dentro de la Universidad El Bosque. Está conformado por una zona de baños y camerinos, zona de peso, zona de cardio y un salón para clases grupales. Se encuentra abierto de lunes a viernes de 6:00 am a 9:00 pm y sábados de 7:00 am a 1:00 pm, con un intervalo de descanso de 12:00 pm a 2:00 pm de lunes a viernes. El salón de clases grupales ofrece la posibilidad de entre 2 a 4 clases diarias de diferentes disciplinas y modalidades de lunes a sábado. el modelo planteado se tiene en cuenta exclusivamente las bicicletas, existen las herramientas para implementarlo en diferentes máquinas como la elíptica, caminadora y las maquinas multifuerza. Como conclusión del proyecto, se demostró la posibilidad de generación de kW a partir del uso de la bicicleta estática, la posibilidad de ampliar la producción de energía limpia en el CAF con el desarrollo conjunto de sistemas similares como los fotovoltaicos. La producción de energía mensual a partir del movimiento en el CAF fue de 160,95 kW, representado en un 21% del consumo mensual del gimnasio, dicho porcentaje puede ser mayor si asiste más personas. Se resalta la viabilidad ambiental del proyecto, ya que el sistema de generación de energía propuesto evitaría la emisión de aproximadamente

384 Kg de CO₂ anualmente, equivalente a generar un ahorro de al menos 19 árboles al año (Buitrago Monsalve, 2018).

Los proyectos estudiados para la generación de energía cinética elegidos, presentan la ventaja que es la causa-efecto de una actividad recreativa de los Bogotanos que aportarían indirectamente a la generación de energía limpia. Parte de su ventaja es la cantidad de comercios que ofrecen esta actividad en la ciudad y lo concurridos que pueden llegar a ser. Lo cual representaría un gran aporte para la reducción de gases de invernadero. A pesar de la viabilidad económica y técnica los resultados de cada proyecto evidencian su aporte en materia ambiental.

De acuerdo al anterior análisis se eligen las formas de generación piezoeléctrica y cinética, porque todos ellos aplican las 9R de la economía circular: **Repensar** actividades existentes, **Reutilizar** la energía que puede producir una actividad, **Reparar** algunos elementos existentes, **Restaurar** el uso de las herramientas, **Re manufacturar** los elementos de uso, **Reducir** el uso de CO₂, **Re-proponer** un negocio, **Reciclar** y **Recuperar** energía. Además de los modelos de inversión:

Suministros circulares: Uso de energías renovables, el aprovechamiento de las actividades económicas analizadas evidencia una forma de reciclar energía.

Compartir plataformas: Colaboración entre usuarios para compartir el uso de productos. Debido a que las actividades analizadas además de cumplir su actividad económica principal, aportan energía para complementar otros usos energéticos necesarios. o a la venta de energía para la inclusión en el sistema eléctrico interconectado.

Seleccionados los trabajos de investigación en las 2 formas de generación eléctrica elegidas, se tomaron las variables disponibles y sus conclusiones para clasificarlos en las

fases de desarrollo de proyectos FNCER (Fuentes no convencionales de energías renovables) recomendados por la UPME descritos en el marco teórico.

Comparación de los resultados de inversión de proyectos piezoeléctricos y cinético

Para la evaluación FNCER en la tabla 4 se realiza una matriz donde se evalúa la idea versus los resultados de inversión.

Tabla 4

Análisis de los resultados de inversión Económico-Financiera para Investigaciones de Proyectos Piezoeléctricos en la Ciudad de Bogotá.

FNCER		Proyecto Piezoeléctrico			
IDEA	Variables a evaluar	EL USO DE PIEZOELÉCTRICOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA SOSTENIBLE COMO PROYECTO PILOTO EN UN PERFIL VIAL DE BOGOTÁ.		ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE UTILIZAR BALDOSAS PIEZOELÉCTRICAS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA (UMNG)	
Incentivos tributarios	Aplicación donde implementar	Avenida Calle 17 y Boyacá		5 torniquetes entrada del campus calle 100	
	Material a usar	Piezoeléctrico para asfalto		Baldosa Pavageen	
	Área a instalar	230.698	Metros cuadrados		No especifica
	Vida útil del material	30 años		9 años	
	Energía Generada	840 kW	por día	246kWh	Durante su vida útil
	Valor de la energía producida	\$ 191.520	por día COP		No especifica
	Valor obra civil	\$ 61.365.514	COP		No especifica
	Valor del sistema Pieza eléctrico	\$ 261.452.520	COP	\$ 74.112.500	10 Baldosas COP
	Valor implementación del sistema	\$ 322.818.034	COP		No especifica
	Retorno de la inversión	1686 días	4 años, 8 meses y 16 días	0,00013	RBC menor de 1 no factible
	Valor de energía producida según vida útil	\$ 1.768.495.680	menos los años de recuperación de la inversión (25 años) COP		No especifica
	Valor OPEX (Operación y mantenimiento)	\$ 245.462.052	Cada 3 años COP		No especifica
	Ahorro de emisiones CO2		No especifica	70kg CO2	
	Impuesto de renta	50% de la renta liquida			
	IVA				
	ARANCELES				
Posibilidad	Resultados económico-financieros	Elegido para evaluación de posibilidad		No hay valor de la tasa interna de retorno, No existe tiempo de recuperación de la inversión. Debido a que se genera muy poca energía por cada baldosa con relación a su costo de producción.	

Fuente elaboración propia

Como resultado de la evaluación de los resultados económicos de los trabajos piezoeléctricos aplicados a la ciudad de Bogotá, se encuentra que la aplicación: *El uso de piezoeléctricos para la generación de energía sostenible como proyecto piloto en un perfil vial de Bogotá* es elegida para el análisis de posibilidad estratégica, debido a que tiene mayor cantidad de datos, una mayor rentabilidad, mayor vida útil, considera los valores de operación y mantenimiento y tiene un mejor retorno de la inversión, que el *análisis de la factibilidad económica y ambiental de utilizar baldosas piezoeléctricas en el campus de la Universidad Militar Nueva Granada (UMNG)*, donde no hay valor de la TIR, no especifica tiempo de recuperación de la inversión, el costo de producción de las baldosas Pavageen es muy alto en relación a la energía producida por cada baldosa lo cual hace que no sea posible debido a su baja rentabilidad. En cuanto a variables ambientales el proyecto de la Universidad Militar Nueva Granada a pesar de que económicamente no es viable demuestra cuantitativamente el aporte ambiental en disminución de CO₂. Variable que sería de gran importancia tener en el proyecto del perfil vial.

En la tabla 5 se realiza la comparación de variables económico-financiero de dos trabajos de investigación fuera de Bogotá que podrían ser aplicables en la ciudad. Con el propósito de referencia y de conocimiento de otras actividades económicas que podrían ser aplicables.

Tabla 5

Evaluación de Posibilidad Económico-Financiera para Investigaciones de Proyectos Piezoeléctricos que Podrían Ser Aplicados en la Ciudad de Bogotá.

FNCER		Proyecto Piezoeléctrico		Aplicaciones referencia que podrían ser aplicables en Bogotá	
IDEA	Variables a evaluar	DIAGNÓSTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BALDOSAS PIEZOELÉCTRICAS COMO ALTERNATIVA DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS VILLAVICENCIO CAMPUS AGUAS CLARAS.		APROVECHAMIENTO DE LA TECNOLOGÍA PIEZOELÉCTRICA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PISTA DE BAILE DE LA DISCOTECA LA CAYET – DISTRITO DE SORITOR – DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN	
Incentivos tributarios	Aplicación donde implementar	Pasillo y torniquete		Pista de baile en discoteca	
	Material a usar	Baldosa ecológica		Baldosa casera utilizando discos cerámicos PZT (Zirconato Titanato de Plomo)	
	Área a instalar	26,69	Metros cuadrados	15	Metros cuadrados
	Vida útil del material	10 años			No especifica
	Energía Generada	145,89 kW	por año	49,414 kW	por día
	Valor de la energía producida	\$ 55.440	por año COP		No especifica
	Valor obra civil		No especifica	\$ 9.789,03	Costo fijo, Luminarias y equipos, Costos variables. soles
	Valor del sistema Piezo eléctrico	\$ 115.200.000	180 baldosas COP	\$ 420,00	241 baldosas Soles
	Valor implementación del sistema		No especifica	\$ 10.209,03	Soles
	Retorno de la inversión		RBC menor de 1 no factible	9,35	Años
	Valor de energía producida según vida útil		No especifica		No especifica
	Valor OPEX (Operación y mantenimiento)		No especifica		No especifica
	Ahorro de emisiones CO2	0,052 tCO2 /MWh			No especifica
	Impuesto de renta				
	IVA				
	ARANCELES				
Posibilidad	Resultados económico-financiero	No hay valor de la tasa interna de retorno, No existe tiempo de recuperación de la inversión. Debido a que se genera muy poca energía por cada baldosa con relación a su costo de producción.		El retorno de la inversión a 9,35 años con un prototipo de trabajo de la pista de baile de 3 días a la semana y en dos turnos diferentes (viernes, sábado y domingo), 10 horas al día (120 horas mensuales)	

Fuente elaboración propia

A modo comparativo y de referencia se realiza el análisis económico-financiero de los trabajos de investigación piezoeléctricos con aplicaciones fuera de la ciudad de Bogotá donde como resultado el proyecto: *Aprovechamiento de la tecnología piezoeléctrica para la generación de energía eléctrica en la pista de baile de la discoteca la Cayet – distrito de Soritor – departamento de San Martín*, a pesar de estar ubicado en Perú y de que su actividad económica es aplicada a la pista de baile de una discoteca presenta mayores ventajas que el proyecto, *Diagnóstico para la implementación de baldosas piezoeléctricas como alternativa de energía renovable en la universidad santo Tomás Villavicencio campus aguas claras*, Debido a que el primero el retorno de la inversión a 9,35 años con un prototipo de trabajo de la pista de baile de 3 días a la semana y en dos turnos diferentes (viernes, sábado y domingo), 10 horas al día (120 horas mensuales); en cambio para el segundo proyecto no hay valor de la tasa interna de retorno, no existe tiempo de recuperación de la inversión. Debido a que se genera muy poca energía por cada baldosa con relación a su costo de producción. Pero en comparación con las dos aplicaciones propuestas para la ciudad de Bogotá, sigue teniendo mayor ventaja que las demás, el proyecto: ***El uso de piezoeléctricos para la generación de energía sostenible como proyecto piloto en un perfil vial de Bogotá.*** Debido a que se cuenta con la mayor cantidad de información y el retorno de la inversión refleja la utilidad del valor de la energía producida durante y/o después del tiempo de vida de los materiales o equipos usados. Por lo tanto, este es el proyecto que será elegido para la evaluación estratégica por medio de la matriz Pestel-Dofa.

En la tabla 6 se realiza posibilidad económico-financiero de proyectos de investigación de generación eléctrica cinética por medio de la aplicación de eco gimnasios.

Tabla 6

Evaluación de prefactibilidad económico-financiera para investigaciones de proyectos de generación de energía cinética en la aplicación de gimnasios en la ciudad de Bogotá.

FNCER Proyecto generación energía cinética							
IDEA	Variables a evaluar	Proyecto Acomode - Gimnasio Ecológico		PROPUESTA DE UN MODELO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA BIOMOTRIZ EN EL GIMNASIO DE LA UNIVERSIDAD EL BOSQUE – CAMPUS USAQUÉN		Producción energética en un modelo para gimnasios colombianos	
	Maquinas a usar	5 escaladoras, 7 caminadoras, 7 elípticas, 11 bici		8 bicicletas estáticas		15 bicicletas, 18 elípticas	
	Capacidad de producción	19 horas de lunes a viernes , 16 horas sábados y 9 domingos		70 personas generando 45655 kcal por semana		Uso bici 32 veces, elíptica 26 veces, 4 clases de una hora diaria de spinning con 30 bicicletas	
	Vida útil de maquinaria		No especifica		No especifica	10 años	
	Energía Generada	3432 kW	por mes	160,95 kW	por mes	8000kWh	por mes
	Valor de la energía producida	\$ 1.815.258	COP por mes	\$ 72.109	COP por mes	\$ 185	USD por mes (675,103 COP)
	Valor del sistema eléctrico y maquinas	\$ 667.851.600	COP	\$ 9.787.280	COP	\$ 1.765	USD (6,440,855 COP)
	Costos	\$ 32.148.400	COP fijos, variables y de nomina		No especifica	\$ 2.647	USD Valor instalación y otros
	Valor implementación del sistema	\$ 700.000.000	COP	\$ 9.787.280	COP	\$ 4.412	USD (16,100,314 COP)
	Retorno de la inversión	69.13%	TIR 7,6%WACC	11 años		3000 a 13530	Flujo de caja acumulado del año 0 al año 10 en USD (49,373,811 COP)
	Valor de energía producida según vida útil		No especifica		No especifica		No especifica
	Valor OPEX (Operación y mantenimiento)		No especifica		No especifica		No especifica
	Ahorro de emisiones CO2		No especifica	384,269 Kg de CO ₂	Kg de CO ₂ evitados		No especifica
Posibilidad	Resultados económico-financieros	No especifica la vida útil de las maquinas, el valor del retorno es atractivo, aunque la inversión es alta y no es claro el tiempo de retorno de la inversión.		No especifica la vida útil de los equipos, el retorno de la inversión es extenso.		Elegido para evaluación de factibilidad	

Fuente elaboración propia

Para la aplicación cinética se elige para el análisis Pestel-Dofa, el proyecto: ***Producción energética en un modelo para gimnasios colombianos***, debido a que en comparación con las otras dos aplicaciones tiene mayor cantidad de datos, las maquinas tienen una alta vida útil, la generación de energía por mes es alta y el flujo de caja acumulado durante la vida útil supera en poco

tiempo la inversión inicial. Que el proyecto: Proyecto EcoMove - Gimnasio Ecológico, no especifica la vida útil de las maquinas, el valor del retorno es atractivo, aunque la inversión es alta y no es claro el tiempo de retorno de la inversión. Y el proyecto: Propuesta de un modelo de generación de energía eléctrica a partir de energía biomotriz en el gimnasio de la Universidad el Bosque – campus Usaquén, No especifica la vida útil de los equipos, el retorno de la inversión es extenso.

Dado que en el análisis de prefactibilidad de variables económico financieras es un análisis cuantitativo, en el estudio de factibilidad se realizará un análisis estratégico cualitativo por medio de matriz Pestel-DOFA. Comparando ambos estudios de los proyectos elegidos en la aplicación piezoeléctrica y cinética se tomará la decisión sobre qué proyecto aplicar los factores efecto fiscales a las variables disponibles.

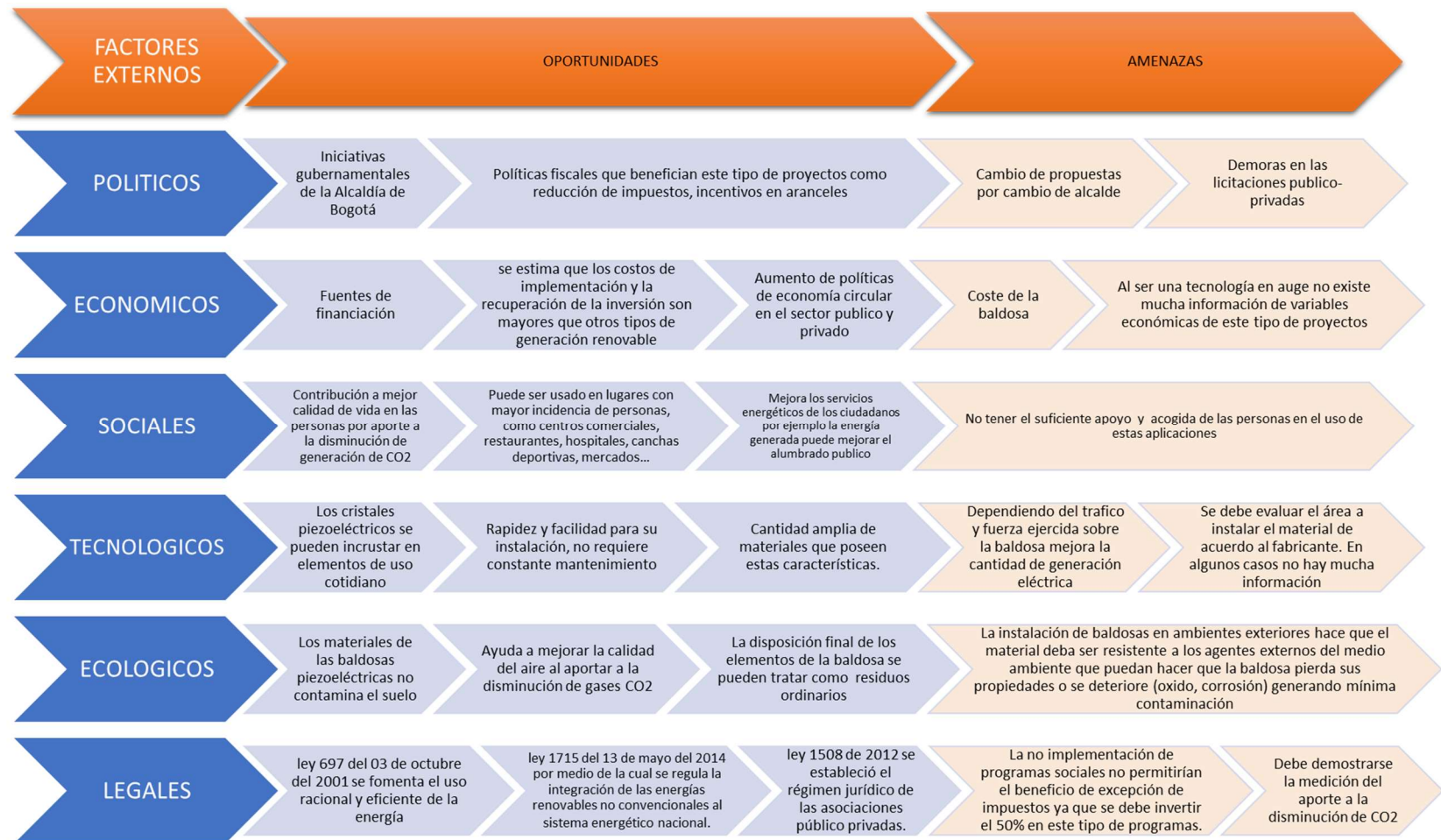
En la Ilustración 3 se encuentra el proyecto piezoeléctrico de mejor clasificación económico financiera ***El uso de piezoeléctricos para la generación de energía sostenible como proyecto piloto en un perfil vial de Bogotá***, en esta figura se muestra la ventajas y riesgos del proyecto en las variables de su entorno, basadas en las variables y conclusiones del proyecto.

En la Ilustración 4 se encuentra el proyecto cinético de mejor clasificación económico financiera ***Producción energética en un modelo para gimnasios colombianos***, en esta figura se muestra la ventajas y riesgos del proyecto en las variables de su entorno tomados de la información del trabajo de investigación.

El resultado de la evaluación ayudara a escoger una de las dos formas de generación y actividad económica de mayor competitividad económica y estratégica para ser evaluada con los efectos fiscales que le apliquen.

Ilustración 4

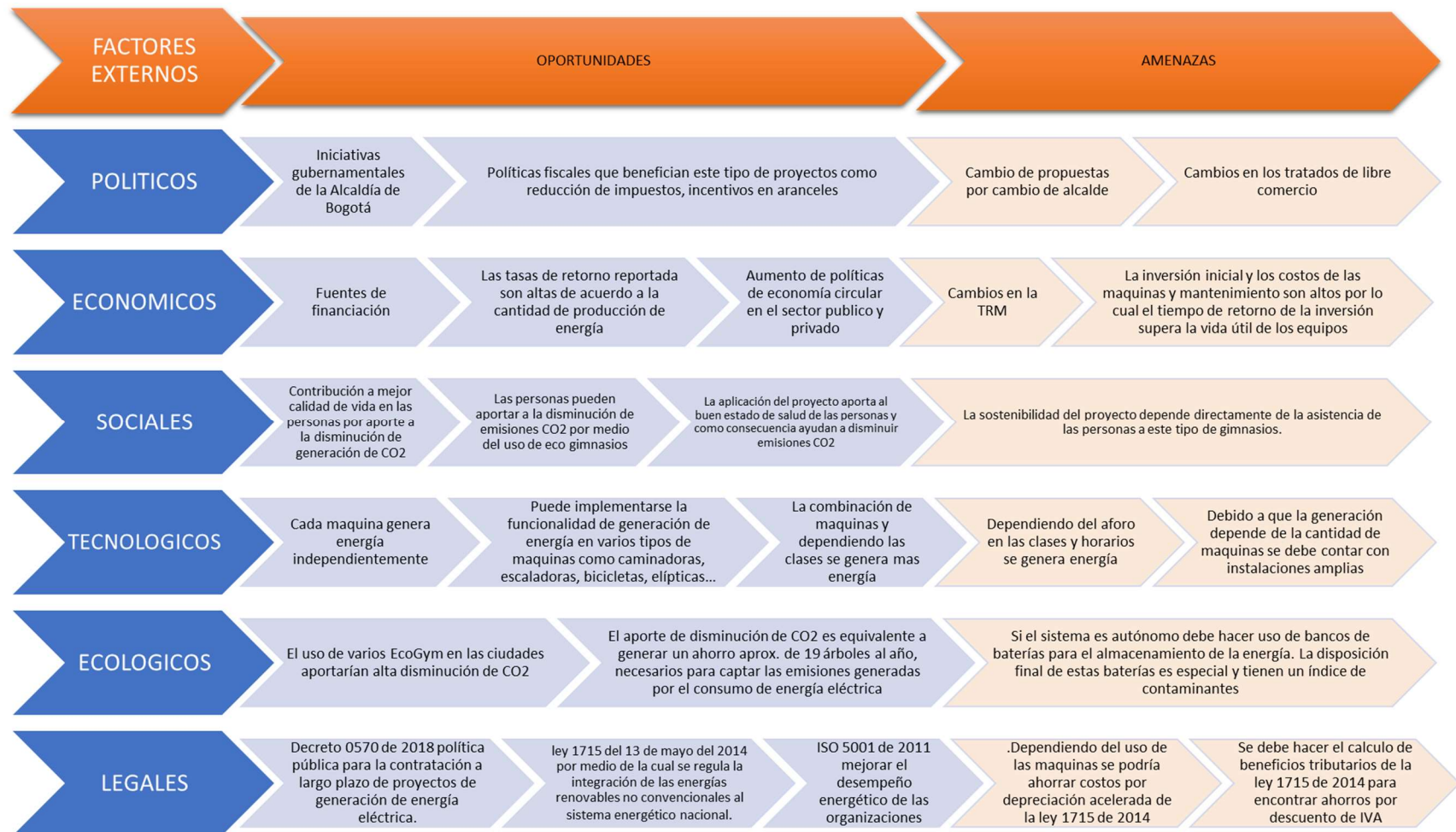
Pestel-Dofa Proyecto Piezoeléctrico Para la Generación de Energía Sostenible como Proyecto Piloto en un Perfil Vial de Bogotá



Fuente elaboración propia

Ilustración 5

Pestel-Dofa proyecto producción energética en un modelo para gimnasios colombianos



Fuente elaboración propia

Resultado de análisis documental de proyectos elegidos:

Como resultado de la evaluación ambos proyectos son posibles técnicamente y su aporte al medio ambiente es significativo. El proyecto más competitivo es: ***El uso de piezoeléctricos para la generación de energía sostenible como proyecto piloto en un perfil vial de Bogotá***, debido a que las amenazas son riesgos medibles y controlables, la actividad principal es el paso de los vehículos, condición constante, la facilidad de conseguir los materiales, las ventajas de instalación, la posibilidad de inversión con capital público o mixto, lo hacen atractivo para los inversionistas. En cambio, el proyecto: *Producción energética en un modelo para gimnasios colombianos*, depende del constante flujo de personas que asisten al gimnasio, de los horarios y frecuencia de las clases, lo cual puede hacer que el movimiento del mercado, competidores ponga en riesgo la alta inversión que se debe hacer. Los incentivos a los que se podrían aplicar de acuerdo a la UPME son:

Ilustración 6

Aplicación de los *Incentivos Tributarios de la Ley 1715 de 2014*

Deducción especial del impuesto sobre la renta

- El valor máximo a deducir en un período no mayor a cinco (5) años, contados a partir del año gravable siguiente a aquel en el que se efectúa la inversión, será del cincuenta por ciento (50%) del valor total de la inversión realizada.
- El valor máximo a deducir por cada año gravable no podrá ser superior al cincuenta por ciento (50%) de la renta líquida del contribuyente, antes de restar la deducción.
- En el año en que se efectúe la inversión, los contribuyentes podrán deducir además el valor por depreciación o amortización que corresponda a la inversión.

Depreciación acelerada

- Aplica exclusivamente para las nuevas inversiones en las etapas de preinversión, inversión y operación. En particular a maquinaria, equipos y obras civiles.
- El beneficiario definirá una tasa de depreciación igual para cada año gravable, la cual podrá modificar en cualquier año, siempre y cuando le informe a la Dirección Seccional de Impuestos de su jurisdicción, hasta antes de presentar la declaración de renta del año en el que ocurrió el cambio.
- La depreciación acelerada deberá regirse por la técnica contable. La tasa anual global de depreciación no podrá superar el 20%

*Exclusión del IVA en la adquisición de bienes y servicios

- Aplica a la compra de equipos, elementos y maquinaria, nacionales o importados, o la adquisición de servicios dentro o fuera del territorio nacional que se destinen a nuevas inversiones y pre inversiones.

*Exclusión del gravamen arancelario

- Exención del pago de los Derechos Arancelarios de Importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de preinversión y de inversión. Este incentivo recaerá sobre maquinaria, equipos, materiales e insumos que no sean producidos por la industria nacional y su único medio de adquisición esté sujeto a la importación de los mismos.

*Será necesario definir las características de los bienes y servicios que se requerirán para desarrollar el proyecto con anterioridad a su adquisición o importación, ya que esta información es indispensable para la solicitud de las certificaciones a ser expedidas por la UPME y la ANLA.

Fuente. (Unidad de Planeación Minero Energética UPME, 2014).

Para el proyecto, : *El uso de piezoeléctricos para la generación de energía sostenible como proyecto piloto en un perfil vial de Bogotá*, son aplicables los cuatro beneficios

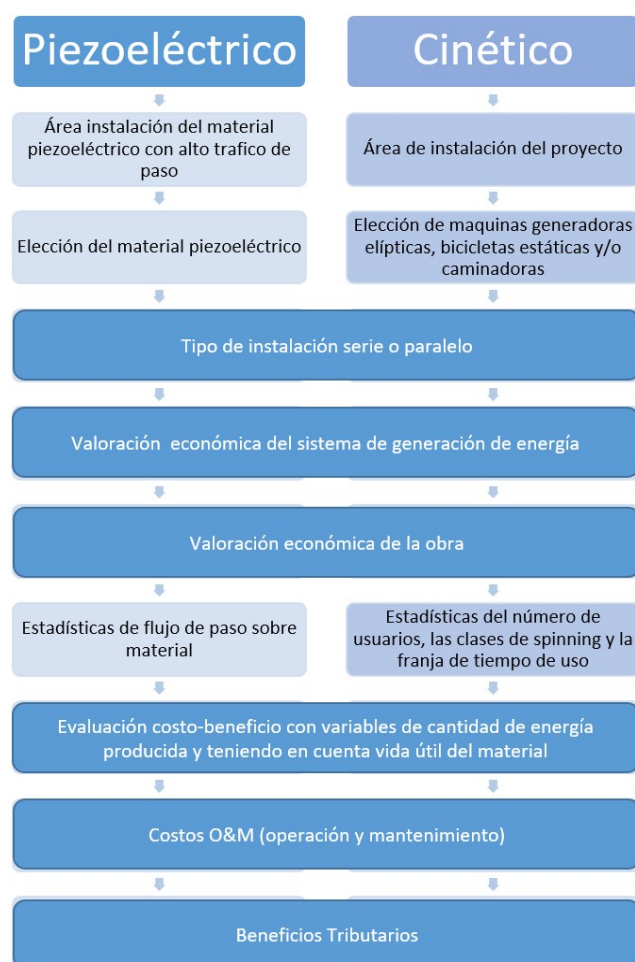
tributarios. Como no se cuentan con todas las variables financieras no se podría realizar el cálculo cuantitativo. Pero de forma cualitativa la deducción sobre la renta aplica hasta del 50% del valor de las inversiones. La deducción del IVA es aplicable para los servicios nacionales y/o importados, bienes, maquinaria, equipos. Por último, para las importaciones se aplicaría la exención del pago de derechos arancelarios de importación de equipos, maquinaria, materiales. Por lo tanto, la aplicación de los incentivos tributarios ayuda a que el proyecto en menor tiempo recupere la inversión y de mayor valor en la energía producida durante la vida útil del sistema. Aumentando su viabilidad económico-financiera.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

La búsqueda bibliográfica ayudo a identificar el listado con los tipos de generación eléctrica y actividades económicas propuestas sobre la energía limpia en la ciudad Bogotá. Donde se puede identificar un interés común y una preocupación sobre el aporte a la disminución de gases de invernadero. Al realizar este ejercicio de caracterización y selección resulta que se encuentran factores comunes en las propuestas de cómo se comportarían este tipo de proyectos. En la ilustración 6. Se identifica factores comunes.

Ilustración 7

Variables Comunes de Desarrollo de Proyectos Piezoeléctricos y Cinéticos.



Fuente elaboración propia

Con el conocimiento de las formas de aplicación en la economía circular y con el uso de la herramienta de las 9R, se identificó como este tipo de proyectos aplican a la teoría y ayuda a que se vayan decantando y organizando para ser aplicados en modelos de negocio que la teoría de la economía circular propone, como suministros circulares y compartir plataformas.

La actividad más competitiva *el uso de piezoeléctricos para la generación de energía sostenible como proyecto piloto en un perfil vial de Bogotá*, resultado de la evaluación económica y estratégica, muestra los factores cuantitativos y cualitativos de los proyectos con las variables e información descriptiva disponible en cada investigación. Donde se identifica que, a pesar de la existencia de factores comunes, unas investigaciones contienen unas variables y otras otras, no hay un trabajo que describa todas.

Como resultado del análisis sistémico, se confirma el aporte a aspectos ambientales de las diferentes formas de generación eléctrica elegidas. Pero difieren en el económico-financiero, ya que es importante para el apoyo a la inversión de este tipo de proyectos. A medida que van aumentando las investigaciones e implementación de estas iniciativas a nivel internacional se puede estar llenando este vacío conociendo más estas variables.

Las investigaciones no profundizan sobre el cómo acceder y al conocimiento de la totalidad de los beneficios tributarios. Por lo cual hacer un ejercicio cuantitativo para aplicar los beneficios sobre las variables financieras conocidas no fue posible. Sin embargo, de manera descriptiva y aplicando los pasos generales necesarios para aplicar de acuerdo a la UPME, se pudo demostrar la ventaja y aporte a la mejora del costo beneficio y al aumento de la utilidad sobre la energía generada a cambio del alto aporte ambiental.

El MBA motiva a la generación de negocios con responsabilidad social, haciendo crecer el negocio “utilidades” con el apoyo de crecimiento de la comunidad y el medio ambiente donde trabaje. “El valor compartido consiste en alinear el éxito de nuestra empresa con el éxito de nuestra comunidad” (Michael, s/f).

Por lo tanto la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos en el MBA para la presente investigación abarca temas financieros, económicos, administrativos, estratégicos y de innovación para el aporte a la sociedad con propuestas para la generación de negocios en temáticas que van a tender a ser requeridas para las necesidades actuales y futuras de la sociedad y para el objetivo de Bogotá como ciudad sostenible, donde logre tejer el desarrollo social y económico con la conservación del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de toda la comunidad.

CONCLUSIONES

Existe alto interés en las ramas investigativas en aportar a la disminución del CO₂ y en mejorar las condiciones ambientales. Pero el esfuerzo está en su mayoría en los ámbitos académicos y no mayormente en las aplicaciones empresariales privadas o públicas.

Tomando los pilares de la economía circular se concluye que la generación eléctrica limpia dentro de las actividades económicas de la ciudad de Bogotá aplicaría un modelo económico sostenible. Ya que ayuda a minimizar los desperdicios, promueve una economía colaborativa, mantiene antes que reemplazo de elementos en gran parte de las aplicaciones, promueve el alargar la vida útil de los elementos, además de ampliar el uso de los materiales, aprovecha al máximo los servicios o productos de una actividad económica.

Las variables identificadas con el análisis de varios trabajos de investigación evidencian que no existe un conocimiento unificado de este tipo de negocios, donde en algunos casos se descartan variables de suma importancia como la vida útil de la fuente de generación de energía y los costos de operación y mantenimiento.

El conocimiento e identificación de mayor cantidad de variables financieras, técnicas, ambientales ayudan a que sean más competitivos los proyectos.

Con el listado de beneficios tributarios que aplican a la actividad más competitiva se encuentra que en el caso de los eco-gimnasios el apalancamiento por medio de los incentivos tributarios es estrictamente necesarios para la viabilidad del proyecto.

La falta de variables financieras no permitió hacer un cálculo cuantitativo de aplicación de los 4 beneficios tributarios. Como conclusión general todos los proyectos de energías limpias muestran cuantitativa y/o cualitativamente el gran aporte al medio ambiente y su importancia de implementación como ayudara a mejorar la calidad de vida de las personas.

RECOMENDACIONES

La identificación y conocimiento de más variables por medio de aplicaciones nacionales o internacionales ayudarían a los futuros proyectos de investigación en este tema, buscar mayor viabilidad para la aplicación en el sector empresarial.

Los proyectos de investigación listados son multidisciplinarios, existen investigaciones para ingeniería civil, ambiental, eléctrica, electrónica, mecánica, educación física, marketing, administración de empresas y es allí donde se diferencian las variables elegidas. Se recomendaría hacer un banco de datos ayudando a los investigadores a tener mayor información y unificación de las variables tomadas de los demás trabajos.

Las políticas gubernamentales cada vez apoyan más formas nuevas de economía como la circular debido a sus ventajas y que hace parte de los diferentes acuerdos internacionales por lo cual es recomendable alinear este tipo de proyecto como aplicación en la economía circular y se podría unir esfuerzos para que sea mucho más atractivas a la aplicación empresarial.

Se recomienda analizar desde la factibilidad los beneficios tributarios ya que según la matriz FNCER se aplican una vez inscrito y aprobado el proyecto a la UPME. Por lo cual durante la ejecución del proyecto es que se puede acceder a ellos y para esta etapa del proyecto ya se ha realizado una inversión significativa. Por lo cual dependiendo del proyecto, la viabilidad puede depender directamente de estos beneficios.

Como recomendación general animar a todos los futuros investigadores a continuar en el constante esfuerzo de conocer cada vez más con los resultados de otros, a ir decantando la posibilidad de la viabilidad económica de acuerdo a los avances tecnológicos ya que los

aportes ambientales son altamente significativos para mejorar la calidad de vida de todos en el presente y en el futuro.

REFERENCIAS

- Agatón Aguirre, F. J. (2014). Análisis de la factibilidad económica y ambiental de utilizar baldosas piezoeléctricas en el campus de la Universidad Militar Nueva Granada (UMNG) [Universidad Militar Nueva Granada]. En *Universidad Militar Nueva Granada (Umng)*.
https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/12025#.X7tDXVR_Y6I.mendeley
- Alzate Barajas, A. E., Sepúlveda Grisales, D. F., Valero Guillén, M. D., & Vélez Castro, M. L. (2019). “Proyecto EcoMove - Gimnasio Ecológico”. En *Universidad de La Sabana*.
<http://hdl.handle.net/10818/37699>
- Arévalo, L., & Lamprea, D. (2019). Diagnóstico para la implementación de baldosas piezoeléctricas como alternativas de energía renovable en la Universidad Santo Tomás Villavicencio campus aguas claras. En *Foreign Affairs* (Vol. 91, Número 5).
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). Informe de sostenibilidad 2018. *Informe de Sostenibilidad 2018*, 66.
http://informesostenibilidad.comfandi.com.co/media/INFORME_DE_SOSTENIBILIDAD_2018.pdf
- Benítez R., Y., González, J., & Rosero G., J. (2013). Producción enérgica en un modelo para gimnasios colombianos. En *Visión electrónica* (Número 2).
- Benítez, Y. D., González, J. B., & Rosero, J. (2013). Producción energética en un modelo para gimnasios colombianos The energy production in a model for Colombian gyms Resumen : *Revista Visión Electrónica*, 7(2), 125–134.
- Benyus, J. (2002). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*.
- Betancur, S. M. (s/f-a). *Quiénes somos - Cluster de Energía Eléctrica, Cámara de Comercio de Bogotá*. Cámara de comercio Bogotá. Recuperado el 7 de abril de 2021, de

<https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Energia-Electrica/Sobre-el-Cluster/Quienes-somos>

Betancur, S. M. (s/f-b). *Quiénes somos - Cluster de Energía Eléctrica, Cámara de Comercio de Bogotá*. Cámara de comercio Bogotá. Recuperado el 23 de noviembre de 2020, de

<https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Energia-Electrica/Sobre-el-Cluster/Quienes-somos>

Bogotá, D. C., Producto, G., & Bruto, I. (2020). *Boletín Técnico Producto Interno Bruto (PIB) Boletín Técnico*.

Boullosa, N. (2010). *Energía cinética: crear electricidad con nuestro movimiento* –

**faircompanies*. Faircompanies. <https://faircompanies.com/articles/energia-cinetica-crear-electricidad-con-nuestro-movimiento/>

Buitrago Monsalve, D. E. (2018). *Propuesta de un modelo de generación de energía eléctrica a partir de energía biomotriz en el gimnasio de la Universidad el Bosque – Campus Usaquén* [Universidad El Bosque].

<https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/3444#.X7t3eroYhvw.mendeley>

Camargo Luis Alejandro, Arboleda Maria Nohemi, C. E. (2012). *PRODUCCIÓN DE ENERGÍA LIMPIA EN COLOMBIA, LA BASE PARA UN CRECIMIENTO SOSTENIBLE. XM, Compañía Expertos en Mercados, Filial de ISA, Colombia*.

Centro Virtual de Negocios. (2018). *Acuerdo de París y su importancia en Colombia | Centro Virtual de Negocios - CVN*. Noticias Comercio Exterior. <https://www.cvn.com.co/acuerdo-de-paris/>

Chapman, A. (2004). Análisis DOFA y análisis PEST. *Www.Eduardoleyton.Com*, 11.

Cifuentes Gutiérrez, J. A. (2013). *Baldosa piezoeléctrica para alimentar sistemas de iluminación*

de bajo consumo energético [Universidad EIA].

<https://repository.eia.edu.co/handle/11190/730#.X7tCXC2k3Nw.mendeley>

COMISIÓN EUROPEA. (2015). Comunicación de la Comisión al Parlamento europeo, al Consejo, al Comité económico y social europeo y al Comité de las regiones - Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 2 de diciembre de 2015 (614), 1–24.

Ellen, M. (2021). Universal circular economy policy goals About the. *Ellen MacArthur Foundation*.

En 24 años aumentó en un 10% la emisión de gases efecto invernadero en Colombia. (2018).

Semana sostenible. <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/en-24-anos-aumento-en-un-10-la-emision-de-gases-efecto-invernadero-en-colombia/42410>

ENEL. (2017). *La energía de la economía circular*. <https://www.enel.com/es/nuestra-compania/historias/articulos/2017/07/la-energia-de-la-economia-circular>

Enel Energía México S.A. (s/f). *¿Qué hay detrás de la generación de la energía?*

<https://www.enel.mx/es/media-center/news/Que-hay-detras-de-la-generacion-de-la-energia>

European Parliament. (2019). *La energía renovable | Fichas temáticas sobre la Unión Europea | Parlamento Europeo*. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/70/la-energia-renovable>

Franco R, J. F. (2012). Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: caso de estudio Bogotá. *Revista EAN*, 72, 193–204.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602012000100013&lng=en&nrm=iso&tlng=es

Garcia S C. (2018). *calidad del aire, bogotá, contaminación. ¿Qué respiran y de dónde proviene*

la contaminación en Bogotá? <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/calidad-del-aire-bogota-contaminacion-que-respiran-y-de-donde-proviene-la-contaminacion-en-bogota/41330>

García S C, & Anadolu. (2019). *¿Qué necesita Bogotá para mejorar la calidad del aire?* Semana sostenible. <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/que-necesita-bogota-para-mejorar-la-calidad-del-aire/43089>

Gomelsky, R. (2003). Energía y desarrollo sostenible: posibilidades de financiamiento de las tecnologías limpias y eficiencia energética en el Mercosur. *Publicación de las Naciones Unidas*, 31.

Gómez Jiménez, D., & Sanz Oliva, J. (2019). La política energética en Estados Unidos en la actualidad. *Boletín Económico de ICE*, 3110. <https://doi.org/10.32796/bice.2019.3110.6790>

González, T. (2015). Documento Ejecutivo Integración de las Energías Renovables No Convencionales en Colombia. En *Unidad de Planeación Minero Energética*. http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVABLES_WEB.pdf

Hern, J. (2001). *Planeación y regulación de las energías renovables en la República Popular China*. 1–30.

Hernández Sampieri, R. (2006). *Definición del tipo de investigación a realizar: Básica exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa*. 57–68. <https://idolotec.files.wordpress.com/2012/04/sampieri-cap-4.pdf>

Huesemann, M. H. (2004). The failure of eco-efficiency to guarantee sustainability: Future challenges for industrial ecology. *Environ*, 23(4), 264–270.

IDEAM. (2016). *Y Departamental De Gases Efecto Invernadero - De Gases Efecto*.

Informal National stem Education network. (2013). *Efecto Piezoeléctrico*: 1.

http://www.nisenet.org/sites/default/files/catalog/uploads/spanish/12194/electricsqueeze_images_13nov13_sp.pdf

IRENA. (2018). Renewable power generation costs in 2017 - Key findings and executive summary. *International Renewable Energy Agency*, 1–16.

Lozano, R. (2008). Envisioning sustainability three-dimensionally. *J. Clean*, 16(17), 1838–1846.

Mancera, C., Estrada, T., & Valencia, J. (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. *CONVENIO ATN/FM-12825-CO*, 25–29.

http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf

Margarita, L., & Valdez, A. (s/f). Eficiencia y eficacia. *Trabajo de investigacion*, 1–8.

<http://www.uovirtual.com.mx/moodle/lecturas/marco/3.pdf>

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: remaking the way we make things*. North Point Press.

McDonough, William, & Braungart, M. (2010). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things* (Farrar, Straus, & Giroux (Eds.); first).

Mebratu, D. (1998). Sustainability and sustainable development. *Environ. Impact Assess*, 18(6), 493–520.

Medio Ambiente Periódico Nova Et Vétera - Universidad del Rosario. (s/f). Recuperado el 22 de noviembre de 2020, de <https://www.urosario.edu.co/Periodico-NovaEtVetera/Medio-Ambiente/Bogota-en-alerta-amarilla-por-contaminacion-ambie/>

Michael, P. (s/f). *Michael Porter: “El valor compartido consiste en alinear el éxito de nuestra empresa con el éxito de nuestra comunidad”* | *Menudas Empresas*. Recuperado el 20 de

- agosto de 2021, de <https://menudasempresas.com/entrevista-michael-porter/>
- Ministerio de Ambiente. (2020). *MinAmbiente presentó estrategia de Economía Circular de Colombia en Davos, Suiza*. Ministerio de Ambiente.
<https://id.presidencia.gov.co/Paginas/prensa/2020/MinAmbiente-presento-estrategia-de-Economia-Circular-de-Colombia-en-Davos-Suiza-200124.aspx>
- Núñez, M. (2018). *Aprovechamiento de la tecnología piezoeléctrica para la generación de energía eléctrica en la pista de baile de la discoteca la Cayet - Distrito de Soritor - Departamento de San Martín*.
<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3424/BC-TES-TMP-2247.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ONU. (2018). *Cómo la basura afecta al desarrollo de América Latina* | Noticias ONU.
<https://news.un.org/es/story/2018/10/1443562>
- Población - Bogotá Cómo Vamos*. (s/f). Recuperado el 22 de noviembre de 2020, de
<https://bogotacomovamos.org/datos/poblacion/>
- Power, E. G. (2019). *Energías renovables y la Unión Europea: transición a energías limpias* | Enel Green Power. <https://www.enelgreenpower.com/es/medios/news/2019/02/energias-renovables-y-union-europea-transicion-a-energias-limpas>
- Prieto Sandoval, V., Jaca García, M., & Ormazabal, M. (2017). Economía circular: relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 15(15), 85–95.
- Quiroga, R. (2007). Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. En *Publicación de las Naciones Unidas*.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5498/S0700589_es.pdf?sequence=1&is

Allowed=y

Reichelt, J., Henning, V., & Foeckler, P. (s/f). *Mendeley Desktop for Windows* | Mendeley

(Version 1803). Recuperado el 20 de agosto de 2021, de

<https://www.mendeley.com/download-desktop-new/windows>

Ruiz Saiz Aja, M. et al. (2016). *Economía circular : objetivo cero residuos*.

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_AM/PDF_AM_Ambienta_2016_117_completa.pdf

Samppa H, & ThisisFINLAND. (2019). *En Finlandia la economía circular es la garantía de un futuro próspero - thisisFINLAND*. ThisisFINLAND. <https://finland.fi/es/neegocios-amp-innovacion/en-finlandia-la-economia-circular-es-la-garantia-de-un-futuro-prospero/>

innovacion/en-finlandia-la-economia-circular-es-la-garantia-de-un-futuro-prospero/

Semana sostenible. (s/f). *China es el líder mundial en energías renovables*. Recuperado el 22 de

febrero de 2021, de <https://sostenibilidad.semana.com/tendencias/articulo/china-es-el-lider-mundial-en-energias-renovables/39780>

Sinelec, G. (2020). *Las energías limpias, cada vez más competitivas - Grupo Sinelec*. Energías

Renovables. <https://gruposinelec.com/las-energias-limpas-cada-vez-mas-competitivas/>

Tamayo Zapata, D. A., & Cardozo Gutiérrez, N. K. (2017). *El uso de piezoeléctricos para la*

generación de energía sostenible como proyecto piloto en un perfil vial de Bogotá

[Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil].

<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/14488#.X7tEIxEscfc.mendeley>

TECNALIA. (2018). *Estudio en la intensidad de utilización de materiales y economía circular*

en Colombia para la Misión de Crecimiento Verde. Producto 2. Elementos críticos para

mejorar la eficiencia en el uso de materiales y la recuperación de residuos en los sectores

de I. 81. <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes->

tematicos/Circular/MATEC Producto 2_v5.pdf

Tipler, P. A., & Mosca, G. (2005). *Física para la ciencia y la tecnología. Electricidad y magnetismo. 2A.*

Unidad de Planeación Minero Energética UPME. (2014). Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014. *Ministerio Minas y Energía, 1*, 28.

UPME. (2012). *Balance Minero Energético.*

http://www.upme.gov.co/GeneradorConsultas/Consulta_Balance.aspx?IdModulo=3

WCED. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future Acronyms and Note on Terminology Chairman's Foreword. *Oxford University Press.*

Wilson, J. D., & Buffa, A. J. (2002). *Física* (5a ed.). PEARSON EDUCACION.

Working Group FINANCE, & Kraanen, F. (2016). *Money makes the world go round.*

XM. (s/f). *Parámetros técnicos de SIN*. Recuperado el 22 de noviembre de 2020, de <http://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/generacion.aspx?q=capacidad>

	ANEXO A Tabla de recolección de fuentes de información secundaria.					
	Fuentes Secundarias					
Fuente	Tesis	Trabajo de Grado	Trabajo de Grado	Trabajo de Grado	Monografía	
Título	“Aprovechamiento de la tecnología piezoeléctrica para la generación de energía eléctrica en la pista de baile de la discoteca la cayet – distrito de soritor –departamento de san Martín”	Baldosa piezoeléctrica para alimentar sistemas de iluminación de bajo consumo energético	El uso de piezoeléctricos para la generación de energía sostenible como proyecto piloto en un perfil vial de Bogotá.	Diagnóstico para la implementación de baldosas piezoeléctricas como alternativa de energía renovable en la universidad santo Tomás Villavicencio campus aguas claras.	análisis de la factibilidad económica y ambiental de piezoeléctricas en el campus utilizar baldosas de la universidad militar nueva granada (umng)	
Tipo Generación	Piezoeléctrica	Piezoeléctrica	Piezoeléctrica	Piezoeléctrica	Piezoeléctrica	
Fuente	Proyecto empresarial internacional II	Proyecto de Grado	Trabajo de Grado	Articulo investigativo	Trabajo de investigación	
Título	Proyecto EcoMove - Gimnasio Ecológico	Estudio de viabilidad para la creación de una empresa dedicada a la comercialización e instalación de dispositivos generadores de energía en máquinas de gimnasio en la ciudad Santiago de Cali	HEALTH ENERGY BIKE TRABAJO	Producción energética en un modelo para gimnasios colombianos	Propuesta de un modelo de generación de energía eléctrica a partir de energía biomotriz en el gimnasio de la universidad el bosque – campus Usaquén	
Tipo Generación	Cinética	Cinética	Cinética	Cinética	Cinética	
Fuente	Trabajo de Grado	Trabajo de Grado	Trabajo de Grado	Trabajo de Grado	Trabajo de Grado	Trabajo de Grado

Título	Proyecto para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaico para la población Wayuu en Nazareth corregimiento del municipio de Uribí, departamento de la Guajira, Colombia.	Generación distribuida de energía eléctrica mediante energía solar fotovoltaica en la red de baja tensión de la universidad de Bogotá Jorge Tadeo lozano	Metodología de gestión de requerimientos para identificar factores de decisión de compra de vivienda horizontal con sistemas descentralizados de generación solar fotovoltaica en Bogotá	Evaluación del esquema de coordinación de protecciones ante la inclusión de generación fotovoltaica en Bogotá	Modelo a escala de un sistema de riego automatizado, alimentado con energía solar fotovoltaica: nueva perspectiva para el desarrollo agroindustrial colombiano	Implementación de caso de estudio de un elemento con tecnología solar fotovoltaica en pérgolas de parqueaderos a cielo abierto utilizando el análisis de mapa de empatía hacia posibles clientes
Tipo Generación	Fotovoltaica	Fotovoltaica	Fotovoltaica	Fotovoltaica	Fotovoltaica	Fotovoltaica
Fuente	Articulo	Trabajo de investigación	Trabajo de Grado	Trabajo de Grado		
Título	Generación y uso de biomasa en plantas de beneficio de palma de aceite en Colombia	Diseño de un biorreactor para generar biogás a partir de desechos orgánicos de animales en la Irrigación de Majes-Caylloma	Generación de biogás mediante el uso de biomasa de desechos humanos en establecimientos penitenciarios de Bogotá	Viabilidad en aprovechamiento de los desechos generados en un restaurante de la Sabana de Bogotá		
Tipo Generación	Biomasa	Biomasa	Biomasa	Biomasa		
Fuente	Trabajo de Grado	Trabajo de Grado	Trabajo de investigación	Articulo investigativo		
Título	Análisis aerodinámico de una microturbina eólica de eje vertical para la generación de energía eléctrica en una zona urbana de Bogotá, Colombia	Aerogenerador portátil de bicicleta para bici usuarios de la ciudad de Bogotá	Eficiencia de la energía eólica en Yomasa "prueba piloto colegio Ofelia Uribe de Acosta	Estudio de Prefactibilidad para la Implementación de un Sistema de Aprovechamiento de Energía Eólica en Vehículos de Transporte Masivo de Pasajeros en Bogotá		

La tabla de recolección de fuentes de información secundaria, se usa como herramienta repositorio para identificar y recoger trabajos de investigación, tesis, monografías o artículos que tengan relación con las formas de generación eléctrica limpia. Del título de cada una de ellas sirve de guía para identificar qué tipo de generación aplica, si es cinética, piezoeléctrica, biomasa, fotovoltaica o eólica. Además, en algunos casos identificar el lugar en donde se llevará su aplicación. Sea ciudad, país, municipio y sector comercial como discotecas, vías, gimnasios, restaurantes, cárceles. Ya anotadas en la tabla, se incluye los documentos investigativos en la herramienta de software Mendeley Desktop (Reichelt et al., s/f), para allí ser consultados y tener su referencia bibliográfica.

Con el resultado de esta tabla, es una ayuda para desarrollar el primer objetivo específico: Identificar las formas de generación eléctrica limpia en actividades económicas en la ciudad de Bogotá. Una vez investigados los diferentes tipos de generación de energía en Bogotá, se clasifican las actividades económicas y se lista las aplicaciones encontradas. Ver tabla 3 Investigaciones de Generación de Energía Eléctrica en la Ciudad de Bogotá en la presentación de resultados.

	ANEXO B Tabla de clasificación de temas de investigaciones elegidas.				
	Fuentes Secundarias				
Fuente	Tesis	Trabajo de Grado	Trabajo de Grado	Trabajo de Grado	Monografía
Título	“Aprovechamiento de la tecnología piezoeléctrica para la generación de energía eléctrica en la pista de baile de la discoteca la cayet – distrito de soritor –departamento de san Martín”	Baldosa piezoeléctrica para alimentar sistemas de iluminación de bajo consumo energético	El uso de piezoeléctricos para la generación de energía sostenible como proyecto piloto en un perfil vial de Bogotá.	Diagnóstico para la implementación de baldosas piezoeléctricas como alternativa de energía renovable en la universidad santo Tomás Villavicencio campus aguas claras.	análisis de la factibilidad económica y ambiental de piezoeléctricas en el campus utilizar baldosas de la universidad militar nueva granada (umng)
Objetivo	Realizar el estudio para el aprovechamiento de la tecnología piezoeléctrica en la generación de energía eléctrica en la pista de baile de la discoteca La Cayet.	Diseñar un prototipo de baldosa con características piezoeléctricas, que pueda aprovechar la carga dinámica de peatones con el fin de generar energía eléctrica para alimentar sistemas de iluminación de baja potencia.	Realizar el estudio para la implementación del sistema piezoeléctrico en Bogotá de acuerdo a la capacidad de generación y perfil vial de estudio.	Realizar un diagnóstico para la implementación de baldosas piezoeléctricas como alternativa de energía renovable mediante aforos peatonales y una prueba piloto, en la Universidad Santo Tomás sede Villavicencio Campus Aguas Claras.	Generar estudios sobre la posibilidad de instalar estas baldosas en zonas urbanas altamente concurridas, se han realizado pruebas en eventos de alto impacto cultural como maratones, o festivales en las cuales se ha generado conciencia sobre las formas de generar energía limpias, y sobre la necesidad de cuidar y conservar al medio ambiente

Descripción	El presente trabajo de investigación presenta la implementación de la tecnología piezoeléctrica como una alternativa energética para la pista de baile de la discoteca la CAYET, para generar energía eléctrica a partir de la fuerza ejercida en cada pisada de las personas que acuden a este local bailable, para iluminar sus ambientes.	El presente escrito se suma a los esfuerzos de muchos individuos por generar energía de una forma limpia, que no perjudique al planeta. Más específicamente, el trabajo de grado se centra en el campo de los materiales piezoeléctricos cuando se usan como generadores de energía eléctrica.	Con este proyecto de investigación, se realizó el análisis de los elementos necesarios para la implementación del sistema piezoeléctrico en un perfil transversal vial en la ciudad de Bogotá	La presente investigación desarrollo un diagnóstico para la implementación de un sistema de baldosas piezoeléctricas, como una alternativa de energía renovable en la universidad Santo Tomas Villavicencio. Lo anterior, mediante el diseño y construcción de un prototipo de 41 x 41 cm, acatando criterios económicos, ambientales y de calidad	La presente monografía busca generar conocimiento sobre la generación de energía eléctrica a partir del efecto piezoeléctrico analizando desde un punto de vista investigativo los costos de implementar este tipo de tecnologías en la UMNG, su impacto potencial en la generación de energía eléctrica, así como el ahorro monetario
Ciudad aplicación	Cayet, Perú	Antioquia	Bogotá	Villavicencio	Bogotá
Elegible	Si, como ejemplo	No	Si	Si, como ejemplo	Si
Tipo generación	Piezoeléctrica	Piezoeléctrica	Piezoeléctrica	Piezoeléctrica	Piezoeléctrica

	Fuentes Secundarias				
Fuente	Proyecto empresarial internacional II	Proyecto de Grado	Trabajo de Grado	Artículo investigativo	Trabajo de investigación
Título	Proyecto EcoMove - Gimnasio Ecológico	Estudio de viabilidad para la creación de una empresa dedicada a la comercialización e instalación de dispositivos generadores de energía en máquinas de gimnasio en la ciudad Santiago de Cali	HEALTH ENERGY BIKE TRABAJO	Producción energética en un modelo para gimnasios colombianos	Propuesta de un modelo de generación de energía eléctrica a partir de energía biomotriz en el gimnasio de la universidad el bosque – campus Usaquén
Objetivo	Generar reconocimiento de la nueva marca en el público objetivo para así atraer y captar nuevos usuarios desde el primer mes de funcionamiento y una continuidad durante los 2 siguientes años.	Determinar la viabilidad para la creación de una empresa dedicada a la comercialización e instalación de dispositivos generadores de energía en máquinas de gimnasio en la ciudad Santiago de Cali	ofrecer una nueva tendencia y propuesta de negocio favoreciendo a los dueños en el ámbito económico y a los usuarios en actividad física y que tengan conciencia del cuidado ambiental.	Este artículo presenta un modelo de generación de energía conjunta desde varias máquinas, como alternativa para ser implementada en gimnasios.	Proponer un modelo de generación de energía eléctrica a partir del movimiento en el uso de equipos de acondicionamiento físico para el gimnasio de la Universidad El Bosque – Campus Usaquén.
Descripción	La temática elegida para trabajar en este proyecto es ‘energía asequible y no contaminante’. Esta temática ha sido elegida en primer lugar por ser parte de los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU (ODS), esto da una orientación al proyecto y unos criterios a seguir para su correcto funcionamiento.	En este estudio se examina la viabilidad para la creación de una empresa dedicada a la comercialización e instalación de dispositivos generadores de energía en máquinas de gimnasio en la ciudad Santiago de Cali.	El siguiente proyecto va enfocado a la implementación de un sistema equipado a las bicicletas estáticas que ya utilizan los gimnasios en la ciudad de Bogotá, brindándoles un auto suministro de energía por medio del pedaleo generando energía cinética.	En esta investigación no se midió directamente la potencia mecánica que las personas entregan en diez minutos de ejercicio.	La investigación actual presenta la propuesta de un modelo de generación de energía eléctrica alternativa, a partir del movimiento del cuerpo humano y la actividad física, que hace parte del creciente desarrollo de formas de energía alternativa y no convencional que se ha venido presentado desde finales de los años noventa.
Ciudad aplicación	Bogotá	Cali	Bogotá	Bogotá	Bogotá
Elegible	Si	No	Si	SI	SI
Tipo generación	Cinética	Cinética	Cinética	Cinética	Cinética

La Tabla de clasificación de temas de investigaciones elegidas. Tiene como característica que ya que se tenían los títulos en la tabla del Anexo A: tabla de recolección de fuentes de información secundaria, se recoge adicionalmente el objetivo, descripción y ciudad de aplicación de cada monografía, tesis, artículo, trabajo de grado o de investigación para ayudar a identificar que investigaciones se elegir para ser analizadas en el presente trabajo.

Por medio de la herramienta de software Mendeley Desktop (Reichelt et al., s/f), se tomaron del repositorio de documentos de formas de generación de energía eléctrica a carpetas individuales, independiente cada una con el fin de poder ser consultadas, comparadas y analizadas del estudio necesario para el desarrollo del objetivo específico: Elegir y analizar dos formas de generación eléctrica en las actividades económicas de la ciudad, a través del estado del arte de los proyectos de generación de energía limpia como: cinética, piezoeléctrica, eólica, solar o biocombustibles.

Esta herramienta ayuda a elegir las dos formas de generación de energía limpia: Cinética y Piezoeléctrica debido a que son formas de generación de energía novedosas, de poca investigación y con gran aporte, dado que se pueden aplicar a actividades comerciales de alto consumo en la ciudad, dan oportunidad para hacer una investigación exploratoria y resultado de esta, aportar a aumentar conocimiento para estos temas. Características que se pudieron identificar con la recolección de datos realizada en la presente tabla.