

**Propuesta de un sistema de energía solar térmica como forma de mitigar emisiones de CO2.
Estudio de caso Sonesta Hotel Bogotá**

Leidy Tatiana Pamplona Silva
Francisco Romero Rodríguez

Universitaria Agustiniana
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Especialización en Gestión Ambiental
Bogotá, D.C.
2019

**Propuesta de un sistema de energía solar térmica como forma de mitigar emisiones de CO2.
Estudio de caso Sonesta Hotel Bogotá**

Leidy Tatiana Pamplona Silva

Francisco Romero Rodríguez

Director:

Hommy Copete Cossio

Trabajo de grado para para optar al título de Especialista en Gestión Ambiental

Universitaria Agustiniana
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Especialización en Gestión Ambiental
Bogotá, D.C.

2019

Resumen

En el presente trabajo de grado se expone la propuesta de un sistema de energía alternativa para calentar el agua de las duchas del Sonesta Hotel Bogotá. Se elige la energía solar térmica con la intención de sustituir el gas natural por paneles que permitan llevar a cabo la actividad y generen un impacto en la mitigación de las emisiones de CO₂ por parte de la empresa.

En relación, se muestra en el estudio que la empresa considera importante disminuir su huella de carbono y por ende es consciente que debe evitar la utilización de combustibles fósiles puesto que estos son altos generadores de CO₂ en la atmosfera.

Finalmente, algunos hoteles en Colombia han implementado la energía solar fotovoltaica como fuente de energía para algunas de sus necesidades, con el ánimo de mitigar su impacto negativo al medio ambiente. Por lo que, en el caso del Sonesta Hotel Bogotá se pretende proponer un sistema de energía solar térmica que no solo permita ahorrar energía sino que disminuya las emisiones generadas por su operación en el calentamiento del agua que utiliza diariamente, de igual forma obtener beneficios económicos al disminuir su consumo de gas natural.

A lo largo de este trabajo de investigación se utilizarán conceptos como energía solar térmica, Gases de Efecto Invernadero (GEI), Huella de carbono, Calentamiento Global, Sustancias Agotadoras de la capa de Ozono, combustibles fósiles y demás aspectos que promueven el entendimiento de la estrategia de mitigación.

Palabras claves: huella de carbono, energía solar térmica, mitigación, gases de efecto invernadero, emisiones.

Abstract

The present work displays the proposal of an alternative energy system which would help to warm the water of the showers from Sonesta Hotel Bogotá. Solar thermal energy is chosen in order to replace natural gas with panels that let the activity carry through, achieving and generating an impact and forward reduction of CO₂ emissions generated by the company.

The study shows how the company considers important to reduce the carbon footprint, thus, it is conscious about the importance of avoiding the use of fossil fuels considering the impact that these elements cause to the atmosphere.

Some hotels in Colombia have implemented photovoltaic solar energy as an energy source to develop some of their needs, with the purpose of reducing the negative impact on the environment. Precisely, Sonesta Hotel Bogotá wants to propose a system based on the thermal solar energy that allows to save energy, and at the same time reduce the emissions caused by the operations made in order to heat the water used daily. This proposal would generate economic benefits by reducing the use of natural gas.

Throughout this investigation some concepts are going to be used in order to promote the understanding of the mitigation strategy; these concepts are: solar thermal energy, greenhouse gases (GHG), carbon footprint, substances that affect the ozone layer and fossil fuels.

Key words: carbon footprint, solar thermal energy, mitigation, greenhouse gases, emissions.

Tabla de contenido

1.	Introducción.....	9
2.	Planteamiento del problema.....	10
2.1	Pregunta de investigación.....	11
3.	Justificación.....	12
4.	Objetivos.....	13
4.1	General.....	13
4.2	Específicos.....	13
5.	Marco de referencia.....	14
5.1	Antecedentes.....	14
5.2	Marco teórico – conceptual.....	16
5.2.1	Energía eólica.....	17
5.2.2	Energía hidráulica.....	17
5.2.3	Biomasa.....	17
5.2.4	Energía geotérmica.....	18
5.2.5	Energía solar.....	18
5.2.6	Energía mareomotriz.....	18
5.2.7	Huella de carbono.....	18
5.2.8	Gases de efecto invernadero.....	18
5.2.9	Energía solar térmica.....	19
5.2.10	Mitigación.....	19
5.2.11	Emisiones.....	19
5.2.12	Estudio de caso.....	19
5.3	Marco normativo.....	20
5.4	Marco geográfico.....	21
5.4.1	Macrolocalización.....	21
5.4.2	Microlocalización.....	22
5.5	Marco institucional.....	24
6.	Metodología.....	26
6.1	Diseño del estudio de caso.....	26
6.2	Definición del caso.....	26
6.3	Enfoque.....	26
6.4	Alcance.....	26

6.5 Método.....	27
6.6 Técnicas	27
6.7 Instrumentos	27
7. Resultados y análisis.....	29
8. Conclusiones.....	36
9. Recomendaciones	37
10. Referencias	38

Listado de tablas

Tabla 1: Datos del predio de acuerdo al POT.....	22
Tabla 2: Entidades relacionadas con estudio de caso Sonesta Hotel Bogotá.	24
Tabla 3: Matriz metodológica	28
Tabla 4: Cálculo huella de carbono del Estudio de caso	30
Tabla 5: Presupuesto	32
Tabla 6: Factibilidad económica de la Propuesta	33

Lista de figuras

Figura 1: Usaquen. (Google maps, 2019).....	21
Figura 2: Sonesta Hotel Bogotá. (Google maps, 2019).....	23
Figura 3: Fotografía Sonesta Hotel Bogotá. (Google maps, 2019).	23
Figura 4: Toneladas de CO2 emitidas al calentar el agua. Autoría propia.....	31
Figura 5: Paneles solares térmicos MS 2,5 UE. (Cler compañía, s.f.)	34
Figura 6: Proceso de calentamiento de agua con paneles solares térmicos. (Cler compañía, s.f.).....	35

1. Introducción

Sonesta Hotel Bogotá, es una empresa dedicada al hospedaje y alojamiento del grupo GH Hoteles, se encuentra en la localidad de Usaquén y en su trayectoria ha implementado acciones para cumplir con los requisitos legales, llevando a cabo sus actividades de manera responsables no solo con sí mismo sino con la sociedad.

En muestra de ello, cuenta con las certificaciones OSHAS 18001 y NTS-TS 002, en estos momentos sus objetivos apuntan a encontrar estrategias que le permitan llevar a cabo sus actividades de tal forma que genere el menor impacto negativo al ambiente; por esta razón pretende implementar proyectos ambiciosos que protejan el medio ambiente, como lo es este proyecto que busca mitigar sus emisiones de CO₂ mediante el cambio del uso de gas natural para calentar el agua de las duchas para el aseo de los huéspedes por una energía renovable.

Por consiguiente, en el presente trabajo de grado se expone la propuesta de un sistema de energía solar térmica para calentar el agua potable, lo que resulta una estrategia para mitigar las emisiones de CO₂ y generar un beneficio económico al reducir los costos de la utilización de combustibles fósiles. Por ende, se presentarán las acciones que cronológicamente se idearon para llevar a cabo esta propuesta.

Seguido de ello, se infiere que en el estudio de caso se identificó la problemática o el eje que la empresa quiere seguir y frente a ello a través de investigación se muestra como un sistema de paneles puede ayudar a la empresa a solucionar su necesidad actual.

Finalmente, el trabajo en su desarrollo mostrará el beneficio ambiental al disminuir la huella de carbono y la rentabilidad económica para el Hotel, al implementar la propuesta de energía alternativa para calentar el agua.

2. Planteamiento del problema

El CO₂, o dióxido de carbono, es un gas incoloro, denso y poco reactivo, que está presente en la troposfera que es la capa más cercana de la atmósfera a la tierra. Tiene un gran impacto en el llamado efecto invernadero y su concentración ha aumentado en los últimos 160 años (Motogiga, 2010), observándose principalmente en el cambio climático, que se expresa en el aumento de la temperatura promedio del globo terráqueo, el cambio de los estándares de lluvia, el aumento del nivel del mar, la desaparición de superficies cubiertas por nieves y glaciares, sequías prolongadas, se convierten día a día en el principal problema a solucionar para garantizar la supervivencia de la especie humana.

La comunidad internacional al observar esta amenaza decide tomar acciones, las cuales se cristaliza a través del Protocolo de Kyoto en 1997, donde se fijan reducciones de emisiones a los gobiernos participantes con el ánimo de intentar frenar o por lo menos controlar el efecto invernadero, revisando y presentando diferentes mecanismos para lograr las reducciones propuestas.

Sin embargo, de acuerdo a las investigaciones y registros del Instituto Scripps de Oceanografía de la Universidad de California de EE.UU, informa que durante el mes de abril de 2018 sitúa el promedio de dióxido de carbono en la atmósfera en 410,31 partes por millón (ppm) “Antes del inicio de la Revolución Industrial, los niveles de CO₂ habían fluctuado durante milenios, pero nunca habían excedido 300 ppm en ningún punto en los últimos 800 000 años” (Ramos, 2018) Según estas observaciones es dramático el incremento de la concentración de CO₂ en la atmósfera en los últimos años porque estas mediciones colocan en alrededor 41 000 000 000 de toneladas de CO₂.

Conjunto a ello, es importante mencionar que ningún país latinoamericano aparece entre los cinco países que más aportan emisiones de CO₂ a la atmósfera, Brasil aparece en el puesto 15 como generador de CO₂, con 486 229 000 toneladas por lo tanto es el país que más CO₂ genera en América Latina, según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONUMA, 2016), América Latina emite el 5% de emisiones mundiales de gases efecto invernadero.

En muestra de ello, se infiere que Colombia emite 80 967 000 toneladas de CO₂ y el gobierno nacional en el acuerdo de París 2015, “el país se comprometió a reducir 20 % de sus emisiones con base en un escenario proyectado a 2030 e, inclusive, a disminuir el 30 % si cuenta con cooperación internacional” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016), lo que en el mediano plazo

las empresas colombianas deberán presentar acciones para disminuir y mitigar sus emisiones de CO₂.

Según Fabiola Suárez (2018), directora de CAEM (Corporación ambiental y empresarial, una filial de la cámara de comercio de Bogotá); y encargada de liderar con la CAR, la reconversión de las organizaciones informa que Bogotá D.C. y Cundinamarca producen el 45% del aporte de CO₂ de Colombia.

El Sonesta Hotel Bogotá desde su inauguración en el año 2011, trabaja en prácticas amigables con el Medio Ambiente, que promueven la disminución de los impactos en su operación. La operación del Hotel en el año 2017, generó 917 toneladas de CO₂, de acuerdo con el documento de Generación de GEI y SAO del Sonesta Hotel Bogotá. Por dicha razón, El Hotel debe tomar medidas contundentes para gestionar la disminución sus emisiones de CO₂, con el fin de evitar sanciones en el mediano plazo a causa de no cumplir con las exigencias requeridas por las entidades gubernamentales que regulan la contaminación al medio Ambiente que es causada por la operación permanente de los servicios que presta el Hotel.

Ahora bien, este trabajo de investigación pretende aportar al Hotel una herramienta para disminuir las emisiones CO₂, mediante la implementación de un sistema de calentamiento de agua utilizando la energía solar térmica presentando sus costos y beneficios.

2.1 Pregunta de investigación

¿De qué manera la energía solar térmica contribuye a la mitigación de las emisiones de CO₂ generada por la operación del Sonesta Hotel Bogotá?

3. Justificación

El presente estudio nace de la necesidad de disminuir los impactos negativos que genera la operación del Sonesta Hotel Bogotá, después de años de implementar diferentes actividades que permitiera ser denominada como una empresa PREAD (Programa de Excelencia Ambiental Distrital), el Hotel decide realizar acciones que le permitan alcanzar un mayor compromiso empresarial con la sociedad y el entorno donde se encuentra.

Por esta razón, se decide presentar este estudio llamado “Propuesta de un Sistema de Energía Solar Térmica como Forma de Mitigar Emisiones de CO₂. Estudio de Caso Sonesta Hotel Bogotá.

La importancia de este estudio radica en disminuir las emisiones de CO₂ al cambiar el gas natural por la utilización de paneles de Energía Solar Térmica, para calentar el agua potable que utiliza la operación diaria del Hotel. De igual manera, se pretende que esta propuesta genere a futuro unos beneficios económicos, una vez se recupere el retorno de la inversión, demostrando que los negocios verdes son rentables en el mediano plazo.

Se espera que este proyecto de grado, sea útil en el campo económico, social y ecológico exaltando los beneficios futuros mediante el retorno de la inversión, la utilidad para el desarrollo de nuevos proyectos, y la disminución de la contaminación atmosférica. De tal manera que, lleven a otras empresas del sector hotelero a buscar estrategias para controlar las emisiones y disminuir los impactos negativos al medio ambiente.

4. Objetivos

4.1 General

Proponer un sistema de Energía Solar Térmica para calentar el agua potable en el Sonesta Hotel Bogotá, para mitigar sus emisiones de CO₂.

4.2 Específicos

- Calcular las emisiones de CO₂ que genera Hotel con el sistema convencional de calentamiento de agua potable.
- Identificar la cantidad en toneladas de CO₂, que el Sonesta Hotel Bogotá, dejara de emitir a la atmósfera por medio de la propuesta de un sistema de Energía Solar Térmica.
- Determinar los costos del diseño del sistema de Energía Solar Térmica requerido para el calentamiento del agua de la operación diaria del Sonesta Hotel Bogotá.
- Presentar la propuesta y la factibilidad de rentabilidad del proyecto al Sonesta Hotel Bogotá.

5. Marco de referencia

5.1 Antecedentes

Al revisar los antecedentes investigativos, es frecuente encontrar tesis grado que tratan el tema en condiciones parecidas, es decir están utilizando la energía solar para calentar agua para su uso, sin embargo, el sistema de calentamiento en estas tesis es su fin, en este trabajo integrador, el sistema es el medio ya que el fin para este trabajo es la mitigación de emisiones de CO₂ a la atmosfera de una empresa hotelera como aporte a la disminución de gases de efecto invernadero.

La primera tesis corresponde a la Escuela Técnica de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos e Ingeniería de Minas de la Universidad Politécnica de Cartagena, ubicada en la región de Murcia en España, presentada en julio de 2014, presentada por el señor Cristóbal Bastidas Abellán, para obtener el grado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía y cuyo título es “Instalación Solar Térmica para Agua Caliente Sanitaria y Calefacción en Hotel de Tres Estrellas” este proyecto presenta el diseño con su viabilidad económica de una instalación solar térmica de baja temperatura para el suministro de Agua Caliente Sanitaria y apoyar la calefacción de baja temperatura en un Hotel de tres estrellas situado en la ciudad de Murcia en España (Bastida Abellán , 2014), para sustituir la antigua instalación por sus continuos fallos operacionales.

Este escrito nos presenta diferentes fundamentos que permiten afianzar en este trabajo algunos tópicos a tener en cuenta como, clasificación de espacios, información técnica con respecto a las construcciones como fachada, cubierta, paso de agua y diferentes cálculos térmicos a tener en cuenta en el calentamiento del agua, consumos térmicos anuales, sistemas de captación y aportación solar, contribución solar mínimo y circuito hidráulico primario, entre otros elementos que aportan a esta investigación.

La segunda referencia es un proyecto de fin de carrera de la Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla en España, del señor Juan Ramón de la Cuesta Carado, para obtener el grado de Ingeniero Electrónico, con el título “Diseño de Instalaciones Solares Térmicas para la Producción de Agua Caliente Sanitaria. Aplicación a un Edificio de Viviendas”, este trabajo proyecta realizar una guía de cálculo para las instalaciones solares activas térmicas de baja temperatura para la producción de agua caliente sanitaria en viviendas multifamiliares, cumpliendo con la nuevos códigos que han surgido, como el Código Técnico de la Edificación y el Reglamento

de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), con aplicaciones para otros lugares como hoteles, residencias, hospitales y otros (De la Cuesta Corado, 2014).

El escrito está dividido en tres partes: La primera es una introducción a la tecnología solar, se describen las instalaciones solares térmicas para agua caliente sanitaria. La segunda parte presenta una metodología para su aplicación en proyectos de esta índole, entregando un método de cálculo para la superficie de captación óptima. Y la última parte, aplica los conocimientos presentados con anterioridad a un proyecto de dos edificios de vivienda en la localidad de Ginés en Sevilla España en el que se emplean los conocimientos adquiridos en el apartado anterior (De la Cuesta Corado, 2014).

La segunda parte del trabajo es la que más aporta a esta investigación porque la metodología que presenta es muy interesante por la información técnica en volúmenes de acumulación de los captadores los volúmenes de intercambio del circuito primario, las bombas, el circuito secundario; agregando a manera de ejemplo un pliego de condiciones, con las disposiciones preliminares y condiciones de materiales y equipos.

La tercera referencia de los antecedentes investigativos, consiste en un Trabajo Final de Master de la Universidad Politécnica de Catalunya en España, perteneciente al señor César Antonio Jara González, para obtener el grado de Master en Sostenibilidad, con el título “Alternativas para la Reducción de Emisiones de CO₂ del Sector Doméstico del Municipio de Santa María de Palautordera”, la propuesta principal de esta investigación es identificar las acciones adecuadas para la reducción de emisiones de CO₂ y su impacto para el sector doméstico.

El trabajo fue realizado en cuatro partes; en donde la primera parte, plasma una descripción general del impacto del cambio climático, y con qué normatividad lo están enfrentando. Una segunda parte realiza un análisis de las posibilidades para cuantificar emisiones de CO₂, proponiendo indicadores y variables para lograr su valoración.

Posterior, en la tercera parte presenta una descripción de tres ejemplos de estudio donde se encuentran planes de acción del municipio para la reducción de emisiones de CO₂. Presentando la experiencia que han tenido estos municipios con estas propuestas, en el impacto y características de las mismas. En una última parte, utiliza indicadores para las propuestas desarrolladas por el Municipio de Santa María de Palautordera, mostrando las estrategias en un plan de acción para definir la de reducción de emisiones en el sector doméstico del año 2010 al año 2020 (Jara González, 2010).

El principal aporte para este trabajo integrador reside en la implementación de las propuestas que la investigación realiza en la reducción de las emisiones de CO₂ como son: mejorar los hábitos energéticos, colocar iluminación de bajo consumo, reducir el número de viviendas secundarias, instalar calderas de biomasa, reemplazar equipos eléctricos por equipos a gas natural, controlar abrir puertas y ventanas para ahorro de calefacción, apagar aparatos electrónicos cuando no se usen, usar la lavadora con agua fría, uso racional de la luz artificial, generar sistemas de ahorro de energía y emplear el uso de energía solar térmica para el calentamiento del agua sanitaria.

5.2 Marco teórico – conceptual

En el siguiente apartado se muestra una revisión que describe los elementos teóricos conceptuales relacionados con el trabajo de investigación, ubicando el problema en el contexto actual a través de una visión completa determinada por el conocimiento científico, y ajustada a las características y necesidades de la investigación. (Méndez Álvarez, 2009)

Actualmente Sonesta Hotel Bogotá tiene como meta minimizar los impactos negativos que pueda generar su operación para contribuir a cuidar y preservar los recursos naturales en su productividad y diversidad en el tiempo, como legado a las próximas generaciones, y de esta manera fomentar la responsabilidad social. La empresa es consciente del papel que juega en materia ecológica y por ello busca armonizar el desarrollo socioeconómico y cultural, sin estar en contra vía con el medio ambiente donde opera.

Se rescata que lleva cinco años certificado en la **Norma Técnica Sectorial Turismo Sostenible NTS – TS 002**, cumpliendo la normatividad colombiana vigente, y para tal efecto tiene implementado catorce programas para dar cumplimiento a lo señalado anteriormente, se resalta el programa disminución de contaminación de AVA (auditivo, visual y atmosférico), desde donde se desarrolló un procedimiento y una matriz para medir las toneladas de CO₂ que emite el Hotel a la atmosfera, desarrollando actividades de ahorro y uso eficiente de agua y energía (eléctrica y gas natural), controlando y disminuyendo la generación de residuos sólidos que genera la operación del Hotel como son: orgánicos, reciclables, ordinarios y peligrosos, haciendo una disposición correcta de los mismos, estas acciones acompañadas de actividades para desarrollar estilos de vida saludable en los colaboradores para impactar tanto el entorno del Hotel, como el entorno familiar, con el ánimo de generar cultura de cuidado del entorno, asegurando la disminución de emisiones de CO₂ a la atmosfera.

En relación, se infiere que el agotamiento de las fuentes de energías fósiles sumado a los incrementos de precios y los problemas derivados de su explotación, afectan al medio ambiente por la generación de emisiones. Esto, ha llevado al hombre a buscar diferentes alternativas de energía, llamadas energías renovables.

Por tanto, en el desarrollo de los objetivos del presente trabajo de grado se considera la comprensión de conceptos que están soportados en teóricas como lo son las de energías renovables y su clasificación, huella de carbono y gases de efecto invernadero.

Para Méndez, Rodríguez (2012) “**Las energías renovables** son aquellas que se producen de manera continua y son inagotables a escala humana”. (p. 11) En tanto, estas energías no afectan al medio ambiente aunque pueden generar impactos negativos, estos son sustancialmente menores que los que producen los combustibles fósiles (Petróleo, gas, carbón), es evidente que la fuente principal de la mayoría de las energías renovables proviene del sol.

Según Méndez; Rodríguez (2012) en el libro Energía eólica las energías alternativas son conceptos teóricos clasificados en 6 tipos y definidos dentro de las llamadas fuentes energéticas renovables las que son de origen natural y pueden emplearse ilimitadamente, estas son Eólica, Hidráulica, Biomasa, geotérmica, Solar y mareomotriz. (p. 11)

5.2.1 Energía eólica.

Es aquella generada por las presiones que genera el sol en la tierra y da origen al viento, el cual se puede convertir en electricidad a través de un aerogenerador o generador eólico; lo que provoca que este tipo de energía sea económica y no produzca residuos así como evita grandes impactos ambientales como la lluvia acida y el efecto invernadero. Sin embargo, sus desventajas se enmarcan en el ruido y las interferencias en los medios de comunicación.

5.2.2 Energía hidráulica.

Tiene su origen en el ciclo del agua, generado por el sol, en tanto se pueden encontrar diversos tipos de centrales hidroeléctricas en función de su tamaño. Entre sus ventajas están que es una energía muy abundante y no contamina sin embargo sus infraestructuras son muy caras y dependen de los factores climáticos.

5.2.3 Biomasa.

La fuente de esta son las plantas, que necesitan del sol para poder realizar la fotosíntesis, se considera la energía renovable mayor potencial ya que la fotosíntesis permite convertir la energía solar en materia orgánica de la que se obtienen los combustibles como aceites (Se obtienen

Sustitutos del gasóleo), alcoholes (Se obtienen sustitutos de la gasolina), plantas de digestión de residuos (Se obtiene el biogás y la madera (Se obtiene combustible para calefacción).

Entonces, su principal ventaja es que es una energía que no emite gases que provocan efecto invernadero sin embargo se necesita mayor cantidad de biomasa para conseguir la misma cantidad de energía que con otras fuentes.

5.2.4 Energía geotérmica.

Se encuentra al interior de la tierra y se manifiesta por medio de procesos geológicos como los volcanes, la conversión de esta energía en electricidad consiste en aprovechar el calor de la tierra para calentar un volumen de agua y convertirlo en vapor, entre sus ventajas esta que los residuos que produce son mínimos, pero genera contaminación de aguas próximas y emisión de CO₂ que aumenta el efecto invernadero.

5.2.5 Energía solar.

Es la energía directa del sol que requiere de sistemas de captación y de almacenamiento lo que provoca ventajas como bajos impactos ambientales, no produce residuos perjudiciales para el medio ambiente y puede ser distribuida por todo el mundo, sin embargo precisa sistemas de acumulación (Baterías) que contienen agentes químicos peligrosos.

5.2.6 Energía mareomotriz.

Es la energía de las corrientes marinas es decir, energía de las olas y las mareas que se aprovecha utilizando sistemas parecidos a ventiladores axiales que se sumergen en el mar. Sus ventaja es que está disponible en cualquier época del año, es renovables y silenciosa pero requiere de amplitud de mareas por lo que es traslado de esta energía resulta ser muy costoso.

5.2.7 Huella de carbono.

Antonio Madrid (2016) en su libro: “El cambio Climático y el acuerdo de París”, define:

La podríamos definir como la cantidad de gases de efecto invernadero que emite un individuo, una empresa, un país; en un periodo determinado de tiempo (Un año generalmente). Cuanto más desarrollado es un país mayor es su huella de carbono (calefacciones industrias, sistemas de aire acondicionado mayor parque de vehículos, etc). España está entre los países con más alta huella de carbono.” (Madrid, 2016)

5.2.8 Gases de efecto invernadero.

“Compuestos químicos en estado gaseoso como el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso(N₂O) que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que

son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor en la atmósfera” (MINAMBIENTE, 2018)

5.2.9 Energía solar térmica.

La energía solar térmica o energía termosolar se define como aquella que aprovecha la energía de los rayos del sol, para generar calor mediante el uso de colectores o paneles solares térmicos para calentar aire, agua u otro tipo de fluidos a temperaturas que podrán oscilar entre 40 y 50° C no debiendo superar los 80° C, contribuyendo a la reducción de las emisiones de CO2 y otros gases de efecto invernadero. (Energía solar térmica, 2010)

5.2.10 Mitigación.

Es el conjunto de estrategias, políticas y acciones orientadas a limitar o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar los sumideros de carbono de acuerdo a lo pactado en la convención marco de naciones unidas. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible , 2017)

5.2.11 Emisiones.

La contaminación atmosférica es generada por la emisión, acumulación y mezcla de contaminantes en los aires provenientes de fuentes naturales “volcanes”, “Plantas” y fuentes antropogénicas (Industrias, servicios y vehículos) (Sistema de información ambiental de Colombia, 2014)

5.2.12 Estudio de caso.

El estudio de caso es utilizado de dos formas: la primera está relacionada con los métodos de caso o estudio de casos de enseñanza, utilizados repetidamente para demostrar con ejemplos o presentar una secuencia de determinados eventos de un suceso de estudio, este se presenta organizadamente, describiendo un problema específico.

La segunda está a fin con la metodología del estudio de caso, como plantea Robert Yin (1994), un Estudio de caso es:

Una investigación empírica que estudia un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto de la vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y su contexto no son claramente evidentes. (...). Una investigación de estudio de caso trata exitosamente con una situación técnicamente distintiva en la cual hay muchas más variables de interés que datos observacionales; y, como resultado, se basa en múltiples fuentes de evidencia, con datos que deben converger en un estilo de triangulación; y, también como resultado, se beneficia del desarrollo previo de proposiciones teóricas que guían la recolección y el análisis de datos (p.19).

5.3 Marco normativo

El marco normativo en el presente trabajo parte del principio de ser un conjunto de leyes, normas, decretos, reglamentos, etc., de carácter obligatorio o indicativo que rigen en Colombia y que aplican a las actividades de una organización estableciendo la forma en que deben realizarse las mismas.

Constitución política de Colombia de 1991: Artículo 8 “Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación”, artículo 79 “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano...” y el artículo 80 “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales...”. (Asamblea Nacional Constituyente, 1991)

Ley 99 de 1993: por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente. Artículo 4 en el cual se crea el SINA sistema nacional ambiental.

Decreto 2811 de 1974: en el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Decreto 1076 de 2015: por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible. Artículo 1.1.1.1.1 Objetivo. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables.

Ley 697 del 3 de octubre de 2001, habla del uso racional de energía, que puntualiza como propósito nacional dirigir hacia la utilización de fuentes renovables apoyando la investigación básica y aplicada para que se reduzcan costos y se mejore la oferta de energías alternativas como la eólica, la solar, la geotérmica o la de biomasa.

Ley 788 del 27 de diciembre de 2002 que elimina el impuesto a la renta a las ventas de energía con fuentes renovables, durante quince años, si se obtienen los certificados de reducción de emisiones de carbono previstos en el Protocolo de Kioto, sin embargo el 50% de estos ingresos tiene que destinarse a programas de beneficio social para gozar de la exención del impuesto.

Ley 1215 del 16 de julio de 2008, Por la cual se adoptan medidas en materia de generación de energía eléctrica.

La Circular 089 Documento CREG 077 de 2014, la cual propone que para entrar al mercado energético se realice una subasta dando un incentivo a los proyectos que puedan dar mayor energía confiable.

Ley 1715 de 2014, Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. La presente ley tiene por objeto promover el

desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético.

5.4 Marco geográfico

En este espacio se determina el ámbito de la investigación, en el cual se enmarca la construcción del conocimiento específicamente en los aspectos Macrolocalización y microlocalización.

5.4.1 Macrolocalización.

Sonesta Hotel Bogotá está ubicado en la Ciudad de Bogotá D.C, localidad de Usaquéen, UPZ 16 Santa Bárbara. Como se muestra en la siguiente imagen:

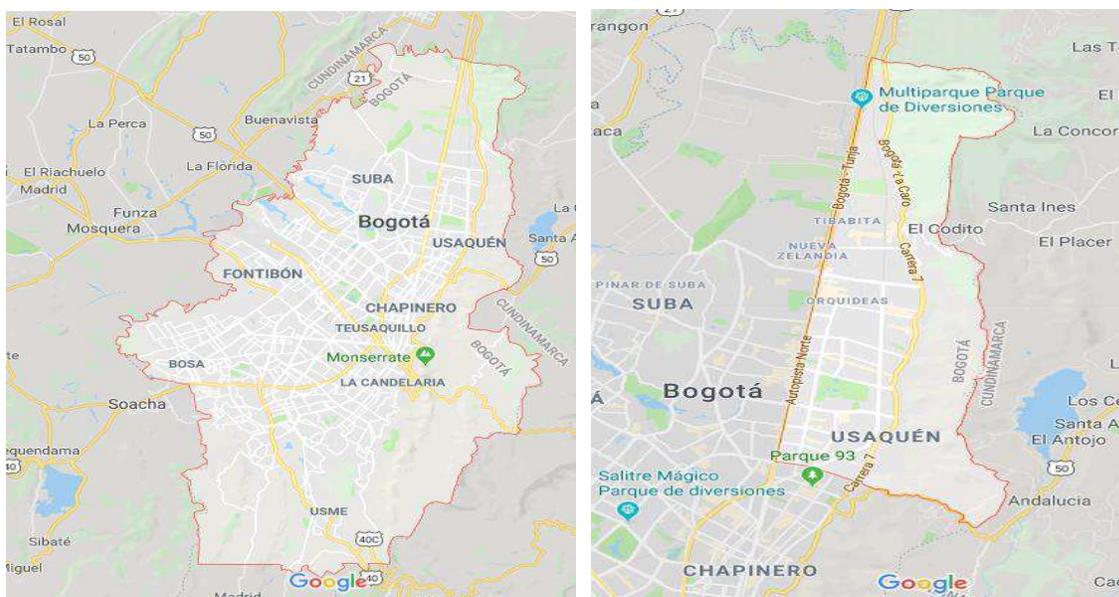


Figura 1. Usaquéen. (Google maps, 2019).

La localidad de Usaquéen tiene

Una extensión total de 6 532 hectáreas, de las cuales 3 818 se clasifican como suelo urbano y 2 714 como áreas protegidas en suelo rural; se ubica en el extremo nororiental de la ciudad y limita, al occidente con la Autopista Norte, que la separa de la localidad de Suba; al sur con la Calle 100, que la separa de la localidad de Chapinero; al norte, con los municipios de Chía y Sopó y al oriente, con el municipio de la Calera. Esta localidad está dividida en nueve UPZs

(Unidades de Planeamiento Zonal): 01 Paseo Los Libertadores, 09 Verbenal, 10 La Uribe, 11 San Cristóbal Norte, 12 Toberín, 13 Los Cedros, 14 Usaquén, 15 Country Club y 16 Santa Bárbara. Su población está conformada por 449.621 habitantes (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2016).

UPZ Santa Bárbara se encuentra al sur de la localidad de Usaquén, tiene una extensión de 459 hectáreas que equivale al 7% del suelo de esta localidad, y el uso predominante de la UPZ es habitacional y comercial.

5.4.2 Microlocalización.

Es un Hotel moderno con un diseño vanguardista, está ubicado estratégicamente en la ciudad de Bogotá, Tiene ocho años de servicio al público, una construcción de 16 852 m², 126 habitaciones, 120 colaboradores, servicio de restaurante y lavandería y se encuentra certificado en la Norma Técnica Sectorial NTS-TS-002, desde hace 6 años.

De acuerdo a la Licencia de Construcción del predio expedida el 16 de Diciembre de 2009, por la Curaduría Urbana No 4 – Bogotá D.C., curadora urbana, Arq. Nohora Cortés Cuellar, estos son los datos del predio de acuerdo al POT vigente.

Tabla 1.

Datos del predio de acuerdo al POT

UPZ	16
Tratamiento	Consolidación
Sector Normativo	3
Usos específicos	Hotel, restaurante, locales comerciales y vivienda multifamiliar
Estacionamientos: automóviles	170
Estacionamientos: bicicletas	40
Índice de ocupación	0.70
Índice de Construcción	3.24
Zonas recreativas	300.47 Mts.
Servicios comunales	454.05 Mts
Estrato	6

Altura:

22.8 Mts

Nota: Autoría propia

De esta manera la construcción está como aparece en la siguiente imagen.

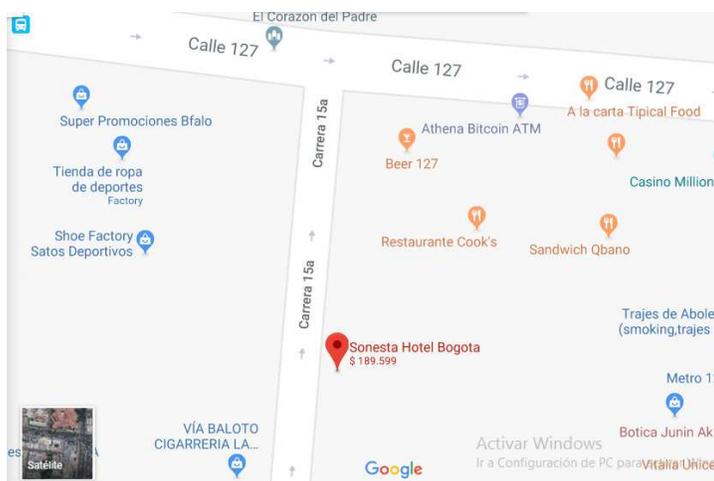


Figura 2. Sonesta Hotel Bogotá. (Google maps, 2019).

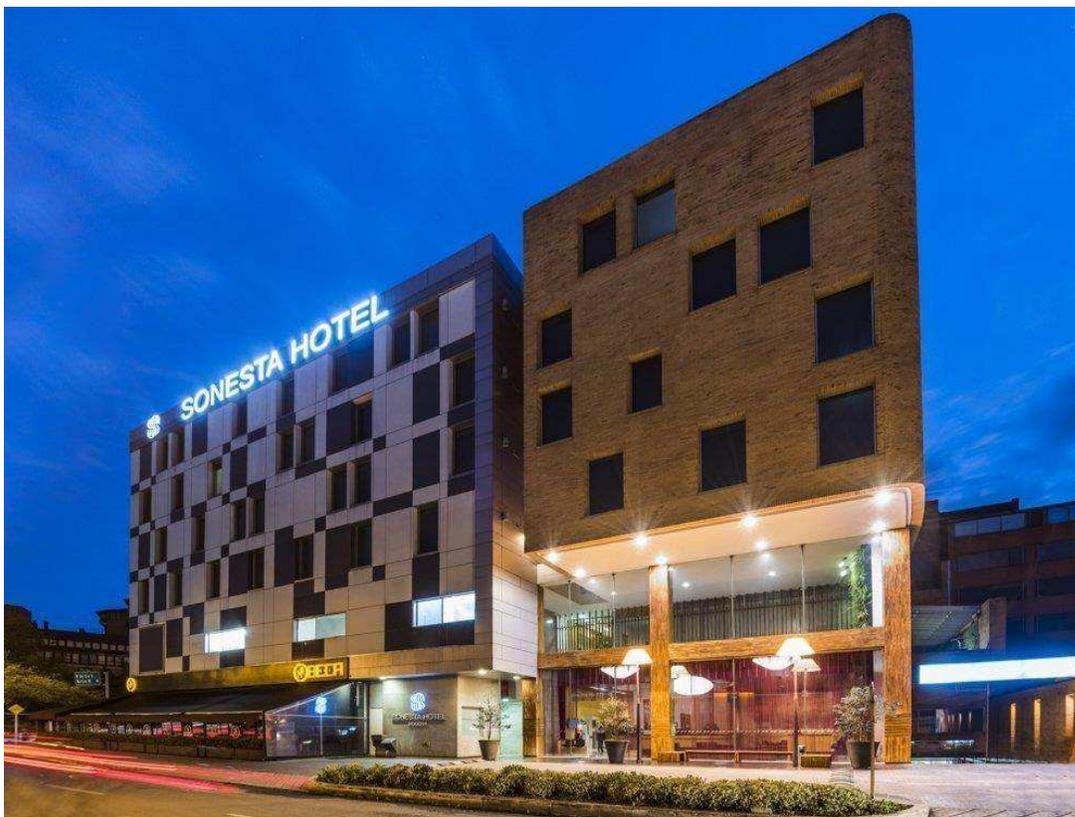


Figura 3. Fotografía Sonesta Hotel Bogotá. (Google maps, 2019).

5.5 Marco institucional

En el desarrollo del presente estudio de caso están relacionadas las entidades expresadas en la siguiente tabla:

Tabla 2.

Entidades relacionadas con estudio de caso Sonesta Hotel Bogotá.

ENTIDAD	OBJETO	LOGO
Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores. (Artículo 1 - Decreto 3570 de 2011)	
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo	Su función es formular, adoptar, dirigir y coordinar las políticas generales en materia de desarrollo económico y social del país, relacionadas con la competitividad, integración y desarrollo de los sectores productivos de la industria, la micro, pequeña y mediana empresa, el	

comercio exterior de bienes, servicios y tecnología, la promoción de la inversión extranjera, el comercio interno y el turismo; y ejecutar las políticas, planes generales, programas y proyectos de comercio exterior. (Procolombia, 2016)

Secretaría
distrital de
medio ambiente

Tiene el objetivo de orientar y dar un uso y manejo adecuado a los recursos naturales del Distrito, y de articular y conciliar el proceso de desarrollo con la protección del medio ambiente.
(Secretaría Distrital de ambiente, 2017)



Universitaria
Agustiniana

La Universitaria Agustiniana es una comunidad académica dedicada a la formación integral de las nuevas generaciones. (Universitaria Agustiniana, SF)



Hospital
De Usaquéen

Está ubicado en Cra. 6a #117 B-14,
Bogotá (Google maps, 2019)



Nota: Autoría propia

6. Metodología

6.1 Diseño del estudio de caso

La metodología que utilizará este trabajo para realizar el análisis contenida en esta investigación es el estudio de caso; que según los autores Díaz De Salas, Mendoza y Porras (2011) “de manera general lo podemos considerar como una metodología de investigación sobre un inter/sujeto/objeto específico que tiene un funcionamiento singular, no obstante, su carácter particular también debe explicarse como sistema integrado”

Con base en la metodología desarrollada por el autor Robert Yin, este estudio se clasifica como: Encapsulado (múltiples unidades de análisis) y en relación con su diseño corresponde un tipo dos, que significa un solo caso con varias unidades de análisis.

6.2 Definición del caso

Este estudio se ubica en el sector privado, en la empresa Lab Group Colombia Hotels S.A.S. – Sonesta Hotel Bogotá. El caso concreto a estudiar es la propuesta de un sistema de energía solar térmica, para calentar el agua que utiliza el Hotel en su operación diaria.

6.3 Enfoque

Para el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente estudio, se considera conveniente dar un enfoque *mixto* soportado bajo la siguiente definición “Normalmente recolectan datos cuantitativos y cualitativos, y se mueven de manera simultánea entre el esquema inductivo y el deductivo” (Sampieri, 2014)

De esta manera, en el trabajo se podrán apreciar caracteres cuantitativos como son la medición de fenómenos, estadísticas y prueba de teorías, y caracteres cualitativos como son la extracción de significados a través de datos, proceso inductivo y contextualización de un fenómeno.

6.4 Alcance

El presente estudio de caso propone un alcance *descriptivo, correlacional y explicativo*, respectivamente.

De acuerdo al autor Pérez Serrano, por su naturaleza del informe final de caso, este trabajo se enmarca como descriptivo en vista que “aquellos que no tienen fundamentación previa y aportan información básica sobre programas o prácticas innovadoras”.

Para Sampieri en su libro metodología de la investigación (2014) un alcance correlacional “Asocia conceptos o variables, permiten predicciones y cuantifican relaciones entre conceptos o

variables”. Además, propone que un alcance explicativo es “Determinan las causas de los fenómenos, generan un sentido de entendimiento y son sumamente estructurados”

6.5 Método

En consecuencia al tipo de enfoque dado para el presente trabajo, se infiere que el método a utilizar para alcanzar los objetivos propuestos es *inductivo*, debido que se parte de lo particular a lo general, puesto que se toma como punto de partida las operaciones del Hotel y se llega a los impactos que este puede generar en el mundo exterior.

6.6 Técnicas

El estudio de caso de esta investigación comprende técnicas que son descritas por (Sampieri, 2014) en su libro Metodología de la investigación, como son la observación no estructurada, revisión de documentos, evaluación de experiencias personales, recolección, registro y análisis de datos textuales y estadísticos e interpretación que son utilizados por los autores.

6.7 Instrumentos

Una vez citados los objetivos de este estudio de caso los instrumentos que requerimos para dar solución a los interrogantes planteados son:

- Cuadro de cálculo de emisiones de CO2 de Sonesta Hotel Bogotá.
- Presupuesto para cálculo de costos de la implementación del sistema.

Según Susana Gago Rodríguez, en su escrito “El presupuesto como instrumento de planificación y de Control” (Susana Gago Rodriguez, s.f.) para la universidad Carlos III de Madrid el presupuesto es una previsión económica de sucesos futuros cuantificado, por lo anterior nos referimos al presupuesto como un instrumento válido en esta investigación.

- Factibilidad de rentabilidad del proyecto.

Según Mendez lozano, la evaluación de factibilidad del proyecto es importante porque facilita la venta o sustentación de una idea, ya que calcula el rendimiento financiero sobre la inversión, con un mínimo de riesgo e incertidumbre desde el punto de vista económico; donde el objetivo es la medición de la contribución del proyecto al bienestar económico de la empresa. (2014, Pag.40,41,58), por esta razón los autores consideran que la factibilidad de rentabilidad el proyecto es un instrumento en este estudio.

Lo anterior se resume en la siguiente matriz.

Tabla 3.

Matriz metodológica

MATRIZ METODOLÓGICA				
ENFOQUE	ALCANCE			MÉTODO
Mixto	Descriptivo	Correlacional	Explicativo	Inductivo
OBJETIVO	ACTIVIDADES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS ESPERADOS
Calcular las emisiones de CO2 que genera Hotel con el sistema convencional de calentamiento de agua potable.	Desarrollar Matriz de cálculo de huella de carbono	Revisión de documentos	Cuadro de cálculo de emisiones de CO2 de Sonesta Hotel Bogotá.	Conocer la cantidad de CO2 que emite el Hotel a la atmosfera con el sistema convencional de calentamiento de agua
Identificar la cantidad en toneladas de CO2, que el Sonesta Hotel Bogotá, dejara de emitir a la atmósfera por medio de la propuesta de un sistema de Energía Solar Térmica.	Análisis de matriz de cálculo de huella de carbono	Recolección, registro y análisis de datos textuales y estadísticos		Mostrar la cantidad de CO2 que el hotel dejará de emitir por medio de la propuesta de energía solar térmica
Determinar los costos del diseño del sistema de Energía Solar Térmica requerido para el calentamiento del agua de la operación diaria del Sonesta Hotel Bogotá	Realizar cotizaciones	revisión de documentos	Presupuesto para cálculo de costos de la implementación del sistema.	Exponer los costos que tiene la propuesta planteada
Presentar la propuesta y la factibilidad de rentabilidad del proyecto al Sonesta Hotel Bogotá.	Presentar Proceso de calentamiento de agua a través de paneles solares térmicos Contruir el Presupuesto de la propuesta	la observación no estructurada	Factibilidad de rentabilidad del proyecto.	Exponer la propuesta del sistema de calentamiento de agua a través de energía solar térmica y a su vez mostrar la factibilidad de rentabilidad del proyecto

Nota: Autoría propia

7. Resultados y análisis

A continuación se presentan los resultados de los objetivos planteados en el presente estudio de caso:

Objetivo específico 1: Calcular las emisiones de CO₂ que genera Hotel con el sistema convencional de calentamiento de agua potable.

Resultado: Al realizar el cálculo, se encontró que las emisiones por el concepto de calentamiento de agua en el Sonesta Hotel Bogotá son de 108,2 toneladas de CO₂ anuales. Ver Tabla 4. Cálculo de huella de carbono del estudio de caso, en la cual se presentan los factores de emisión de energía, el aporte de huella de carbono por huésped, las fuentes generadoras, la cantidad de gas utilizado mes a mes y el total de emisiones de CO₂ en toneladas.

Toda la operación que utiliza gas genera: 144,75 toneladas de CO₂ , Los equipos de cocina generan 25,23% (36.52 toneladas de CO₂) y el Gas utilizado para calentar agua Genera 74,77% (108,2 Toneladas de CO₂).

Relación con la teoría: al igual que (Bastidas Abellán, 2014) en su investigación identifican que al utilizar el factor de emisión del gas natural origina la información requerida para conocer la cantidad de emisiones que se generan por cada M³ de gas utilizado.

Postura de los investigadores: los resultados arrojados en este objetivo concuerdan con lo planteado por los autores en el marco teórico, con respecto a la utilización de factores de emisión del gas natural para calcular las toneladas de emisión.

Tabla 4.

Cálculo huella de carbono del Estudio de caso

CÁLCULO HUELLA DE CARBONO DEL ESTUDIO DE CASO															
AÑO	2018		Factor de Emisión Energía Eléctrica *5					Factor de Emisión Gas Natural *2					TOTAL		
			0,0001438					0,0018624339							
			Factor de Emisión ACPM *1					Huella Carbono x Kilómetro Colaborador *3							
			0,01015					0,0625							
			Aporte Huella de Carbono Huésped Noche					Huella Carbono x Kilómetro Huésped *3							
			0,00519835					0,19117647							
			Huella de Carbono x mes colaborador												
			0,065												
Factor de Emisión Gases Refrigerantes			R410A *4	2,088	R22 *4	1,81	R404A *4	3,921	R507 *4	3,985	R422D (ISCEON 29) *4	2,73			
FUENTE GENERADORA	FUENTE ENERGÉTICA	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO MES												TOTAL CONSUMO
			ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
ALCANCE 1															
FUENTES DIRECTAS															
Calentadores de Agua															
Horno combi Cocina															
Horno combi															
Panadería															
Estufa de 6 puestos Industrial															
Marmita 400 Litros	Gas	M3	6627	6527	7552	6215	6622	6269	6790	6852	6263	6496	6308	5199	77720
Estufa Bascuante 200 Litros															
Estufa Enana															
2 Secadoras															
Freidora															
Gratinadora															
TOTAL DE EMISIONES DE CO2 (Toneladas)			12,34	12,16	14,07	11,58	12,33	11,68	12,65	12,76	11,66	12,10	11,75	9,68	144,75

Nota. Autoría propia.

De acuerdo al cálculo realizado anteriormente, se encontró que el Sonesta Hotel Bogotá generó para el año 2018 144,75 toneladas de CO₂ en la ejecución de las operaciones que utilizan gas natural.

Ahora bien, con base a los datos estimativos del área de mantenimiento del Hotel el 25,23% corresponde al consumo de equipos de cocina y el restante es decir, el 74,77% hace referencia a la cantidad de gas natural utilizado para mantener agua caliente requerida en las operaciones del Hotel.

Objetivo específico 2: Identificar la cantidad en toneladas de CO₂, que el Sonesta Hotel Bogotá, dejara de emitir a la atmósfera por medio de la propuesta de un sistema de Energía Solar Térmica.

Resultado: Al implementar el sistema propuesto de calentamiento de agua por medio de energía solar térmica, con una capacidad de 7 200 litros de agua caliente día a una temperatura promedio de 45° C, con un factor solar de 70,77 se pretende disminuir las emisiones de CO₂ a la atmosfera en un 70%, es decir, actualmente emite a la atmosfera 108,2 toneladas de CO₂ anuales para calentar el agua, y de esto se pretende disminuir a 32,5 toneladas.

Las toneladas de CO₂ que se dejarán de emitir a la atmosfera en el momento de implementar la propuesta son de 75,7 toneladas al año.

Relación con la teoría: de acuerdo a la metodología para aplicación de proyectos de esta índole (De la Cuesta Corado, 2014) presenta la guía de cálculo para la disminución de emisiones CO₂ a través de la utilización de energía solar térmica para producir el calentamiento del agua.

Postura de los investigadores: los resultados son afines a las posturas de los autores del marco teórico.

A través de la figura número cuatro presentada a continuación, se logra apreciar la cantidad de toneladas de CO₂ que emite a la atmosfera tanto con el sistema de calentamiento de agua con gas natural utilizado actualmente como con la propuesta de calentamiento de agua por medio de sistema de energía solar térmica.

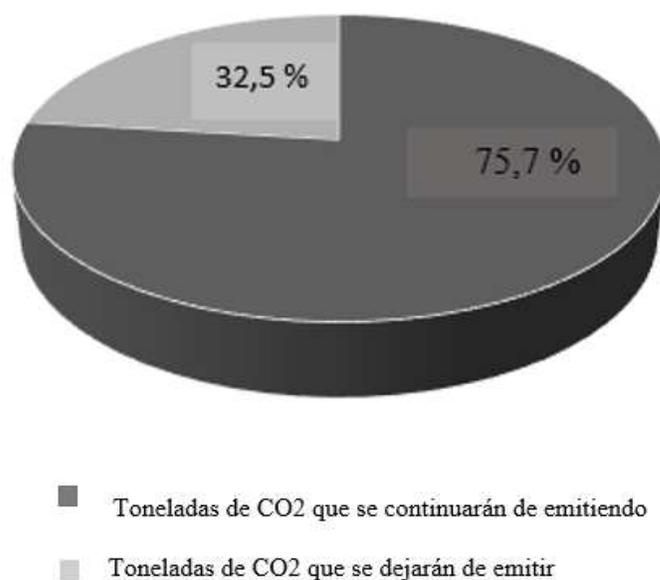


Figura 4. Toneladas de CO₂ emitidas al calentar el agua. Autoría propia.

Objetivo específico 3: Determinar los costos del diseño del sistema de Energía Solar Térmica requerido para el calentamiento del agua de la operación diaria del Sonesta Hotel Bogotá.

Resultado: al valorar el proyecto se encuentra que tiene un costo de \$ 147 560 000, ver tabla 5. Donde, se identifican los elementos necesarios que se requieren para poner en marcha la propuesta dada en el presente estudio de caso.

Relación con la teoría: de acuerdo con (Susana Gago Rodriguez, s.f.), el presupuesto es una previsión económica de sucesos futuros cuantificados.

Postura de los investigadores: se identifica que los resultados del presente objetivo concuerdan con lo propuesto por los autores en el marco teórico.

Tabla 5.

Presupuesto

Presupuesto			
Elemento	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
Panel Colector Ms 2.5 EU	48	\$ 1.950.000	\$ 93.600.000
Controlador DSOL CS PLUS	1	\$ 5.100.000	\$ 5.100.000
Dataloger	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
Tuberías materiales	1	\$ 4.800.000	\$ 4.800.000
Tanque 7200 litros	1	\$ 2.100.000	\$ 2.100.000
Instalación	1	\$ 7.400.000	\$ 7.400.000
Investigación	1	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000
Imprevistos		\$ 4.500.000	\$ 4.500.000
Total			\$ 124.000.000
IVA 19%			\$ 23.560.000
Total IVA incluido			\$ 147.560.000

Nota: Autoría propia

De acuerdo a los datos presentados en el cuadro anterior, se resumen los valores de los costos de implementación del sistema de energía solar térmica como forma de mitigar emisiones de CO2 en el Sonesta Hotel Bogotá, donde se destacan los valores de los paneles solares, controlador y dataloger, tanque de almacenamiento, instalación y se incluyen los costos de los investigadores lo cual arroja un valor total de \$ 147 560 000 para la implementación y puesta en marcha de esta propuesta.

Objetivo específico 4: Presentar la propuesta y la factibilidad de rentabilidad del proyecto al Sonesta Hotel Bogotá.

El desarrollo del presente objetivo comprende dos resultados el primero es la factibilidad de rentabilidad y el otro es la descripción de la propuesta como se muestran a continuación.

Resultado: Se realizó un compendio de los datos a través de una tabla donde se mostraron los principales beneficios que le trae la implementación de la propuesta al Hotel Sonesta Bogota.

Relación con la teoría: Según el autor (Mendez lozano, 2014) la evaluación de factibilidad del proyecto es importante porque facilita la sustentación de una idea, puesto que calcula el rendimiento financiero sobre la inversión con el objetivo de medir la contribución del proyecto al bienestar económico de la empresa.

Postura de los investigadores: los resultados arrojados en este objetivo concuerdan con lo planteado por los autores en el marco teórico, en lo que respecta a la factibilidad económica de la propuesta.

Tabla 6.

Factibilidad económica de la Propuesta

Factibilidad económica de la Propuesta	
Ítem	Valor
Valor M3 gas natural 2018	\$ 1 653,2
Consumo gas natural total 2018	77 720 M3
Consumo gas para calentar agua (74,77%) 2018	58 111,244 M3
Costo calentamiento agua año	\$ 96 069 508,58
Ahorro proyectado en M3	40 677,87 M3
Ahorro en pesos proyectado anual	\$ 67 248 656,01
Valor del proyecto	\$ 147 560 000
Recuperación de la inversión (años)	2,19
Recuperación de la inversión (meses)	26,33
Rentabilidad (Ahorro neto a 10 años)	\$ 672 486 560,07
TIR	42%

Nota: Autoría propia

Consecuente a los datos anteriores, se infiere que la propuesta es rentable y la recuperación de la inversión solo demora 26 meses lo que es un incentivo para que la empresa coloque en marcha el proyecto. También se aprecia que, la implementación de este proyecto genera una rentabilidad alta al largo plazo, lo cual es para la empresa una oportunidad de crecimiento.

A continuación, se describe sintéticamente, la propuesta del sistema de calentamiento de agua por medio de energía solar térmica sugerido en el presente estudio de caso:

La energía solar térmica es la que aprovecha el calor del sol para calentar agua, por lo cual se usarán paneles solares en esta propuesta que pretende ahorrar un 70% del consumo de gas natural que actualmente utiliza el Hotel.

El sistema consiste en utilizar paneles solares térmicos MS 2,5 UE, que por medio de la radiación solar se calientan, y gracias a una cubierta de vidrio templado solar prismático, y unos tubos de vacío utilizando absorbedores de cobre con superficie selectiva black, lograr aumentar la temperatura del agua a los grados necesarios, estos elementos se encuentran acondicionados en una caja hermética de aislamiento de poliuretano para acumular más calor en un área de 2,5 metros cuadrados para captar la radiación solar.



Figura 5. Paneles solares térmicos MS 2,5 UE. (Cler compañía, s.f.)

Luego, esta agua debe ser trasladada a un tanque de almacenamiento el cual debe estar previsto o regulado con un controlador DSOL CS PLUS el cual se encarga de manejar y controlar la velocidad de intercambio en los sistemas de energía solar y calefacción estándares, es decir para realizar los balances técnicos precisos. Esto permitirá el intercambio de agua en los paneles, para mantener la temperatura de 45° C requerida por el Hotel.



Figura 6. Proceso de calentamiento de agua con paneles solares térmicos. (Cler compañía, s.f.)

Igualmente, el tanque se encuentra conectado a los calentadores de paso a gas que actualmente posee el Hotel que gracias a un elemento llamado Dataloger que es un dispositivo electrónico que registra datos en el tiempo o en relación a la ubicación por medio de instrumentos y sensores propios conectados externamente a una bomba, que en el momento que el agua disminuya su temperatura activarán los calentadores y enviará el agua a los mismos para mantener la temperatura constante.

8. Conclusiones

De acuerdo a los análisis plasmados en la matriz de cálculo de huella de carbono se infiere que el Sonesta Hotel Bogotá generó emisiones en el año 2018 de 144,75 toneladas de CO₂, en su operación para calentar el agua utilizada en sus labores diarias.

Al determinar las toneladas de CO₂ que emitió el Hotel en el año 2018, y de acuerdo a las características técnicas de los paneles solares que presenta este proyecto, la disminución de emisiones a la atmosfera será del 70%, es decir 75,7 toneladas de CO₂ que el Sonesta Hotel Bogotá dejará de emitir por este concepto anualmente.

Se diseñan los costos de la propuesta para implementar el sistema de energía solar térmica en un presupuesto conformado por los insumos, investigación, mano de obra e imprevistos que arrojó un precio total de ejecución de \$ 147 560 000.

La propuesta proyecta que la factibilidad de rentabilidad para la estructuración y funcionamiento del proyecto, es viable, toda vez que la recuperación de la inversión demora 26 meses y la tasa interna de retorno (TIR) es de 42%, lo que resulta para la empresa una oportunidad de negocio lucrativo.

La propuesta genera beneficios económicos a mediano y largo plazo, que convierten al proyecto en una inversión con visión de crecimiento en el Sonesta Hotel Bogotá.

9. Recomendaciones

Se recomienda que empresas del sector hotelero, estudien diferentes alternativas en esta línea de proyectos, toda vez que son rentables al generar ahorro de dinero y cumplen con el objetivo de mitigar las emisiones de CO₂, mitigando los impactos negativos que generan sus operaciones.

Se sugiere que las personas interesadas en profundizar la temática del proyecto investiguen sobre los beneficios que ofrece la tributación del estado colombiano al utilizar energías renovables.

Es importante que las empresas desarrollen metodologías adecuadas para el cálculo de la huella de carbono, dependiendo del tipo de hotel; a fin de generar proyectos con impactos positivos tanto sociales, económicos y ecológicos.

10. Referencias

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2016). *Alcaldía mayor de Bogotá*. Obtenido de <http://www.bogota.gov.co/localidades/usaquen>
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Bogotá D.C: Imprenta Nacional.
- Banco Mundial. (01 de Diciembre de 2017). *www.bancomundial.org*. Obtenido de www.bancomundial.org: <https://www.bancomundial.org/es/results/2017/12/01/carbon-pricing>
- Bastida Abellán , C. (2014). *Instalación Solar Térmica para agua caliente sanitaria y calefacción en hotel de tres estrellas*. Cartagena, Murcia: Universidad Politécnica de Cartagena .
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de al Investigación, Administración, Economía, Humanidades y Ciencias Sociales*. Bogotá D.C.: Pearson Educación.
- Cler compañía. (s.f.). Obtenido de https://suelosolar.com/recursolar/result_id.asp?id=9626
- Constitución Política de Colombia*. (1991). Bogotá: Imprenta nacional.
- De la Cuesta Corado, J. R. (2014). *Diseño de Instalaciones Solares Térmicas para la Producción de Agua caliente Sanitaria. Aplicación a un Edificio de Viviendas* . Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Fenalco. (6 de Febrero de 2018). *www.fenalco.com.co*. Obtenido de www.fenalco.com.co: <http://www.fenalco.com.co/content/dian-expide-resoluci%C3%B3n-que-ajusta-tarifas-del-impuesto-nacional-gasolina-acpm-y-al-carbono>
- Google maps. (2019). *Google maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Hospital+de+Usaqu%C3%A9n/@4.6963457,-74.0328135,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e3f9aa81abfb0d:0xf744d9475132947e!8m2!3d4.6963457!4d-74.0306248>
- Icontec international. (2016). *norma técnica colombiana ntc 14001:2015*. bogotá d.c: icontec.
- Madrid, A. (2016). *El cambio climático y el acuerdo de paris*. Madrid: Amv ediciones .

- Mèndez Àlvarez, C. E. (2009). *Metodología, Diseño y Desarrollo del Proceso de Investgaciòn con Ènfasis en Ciencias Empresariales*. Mèxico: Limusa, S.A.
- Mendez lozano, R. (2014). *Formulación y evaluación de proyectos, Enfoque para emprendedores*. Bogotá D.C: Quad/Graphics.
- Minambiente. (26 de 03 de 2018). *minambiente*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=462:plantilla-cambio-climatico-18>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible . (29 de Agosto de 2017). *www.minambiente.gov.co*. Obtenido de *www.minambiente.gov.co*: http://www.minambiente.gov.co/images/abc_carbono_final29ago.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *El Plan de París. así actúa Colombia frente al Cambio Climático*. Santiago de Cali: wwf Colombia.
- Motogiga. (2010). *www.diccionario.motorgiga.com*. Obtenido de *www.diccionario.motorgiga.com*: <https://diccionario.motorgiga.com/emisiones-co2>
- Procolombia. (2016). *Procolombia*. Obtenido de Exportaciones turismo inversión marca país: <http://colombiatrade.com.co/3e/ministerio-de-comercio-industria-y-turismo>
- Ramos, P. (07 de Mayo de 2018). *noticias.eltiempo.es/abril-2018-emisiones-de-co2-dioxido-carbono-record-altas/*. (E. Tiempo.es, Ed.) Obtenido de <https://noticias.eltiempo.es/abril-2018-emisiones-de-co2-dioxido-carbono-record-altas/>
- Romero, J. P. (01 de Febrero de 2017). *sostenibilidad.semana.com*. Obtenido de *sostenibilidad.semana.com*: <https://sostenibilidad.semana.com/negocios-verdes/articulo/conozca-el-nuevo-impuesto-nacional-al-carbono/36769>
- Sampieri, R. h. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: mcgraw-hill / interamericana editores, s.a. de c.v.
- Secretaria Distrital de ambiente. (2017). *Secretaria Distrital de ambiente*. Obtenido de <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/algo-de-historia>
- Semana Sostenible. (31 de Agosto de 2017). *www.sostenibilidad.semana.com*. Obtenido de *www.sostenibilidad.semana.com*: <https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/impuesto-nacional-al-carbono-asi-funciona-el-tributo-de-emisiones-de-co2/38525>

- Susana Gago Rodriguez. (s.f.). Obtenido de http://ocw.uc3m.es/economia-financiera-y-contabilidad/control-de-gestion/materiales-de-clase/ocw-cg-tema7_8-previa.pdf
- Tarancòn , M., & Del Rio, P. (2006). *Cambio Tecnològico y Emisiones de CO2: Anàlisis input-output y Anàlisis de Sensibilidad Mediante Programaciòn Lineal*. Albacete: ProQuest Ebook Central.
- Universitaria Agustiniiana. (SF). *Universitaria Agustiniiana Informaciòn General*. Obtenido de <https://www.uniagustiniana.edu.co/la-universidad>
- Yin, R. (1994). *Case Study Researchh: Design and Methods*. Thousand Oaks, CA.: Sage Publications.
- Tarancòn , M., & Del Rio, P. (2006). *Cambio Tecnològico y Emisiones de CO2: Anàlisis input-output y Anàlisis de Sensibilidad Mediante Programaciòn Lineal*. Albacete: ProQuest Ebook Central.
- Yin, R. (1994). *Case Study Researchh: Design and Methods*. Thousand Oaks, CA.: Sage Publications.