

# Reducción de la huella de carbono por medio de la implementación de un sistema fotovoltaico en el sector hotelero. caso de estudio anaira hostel (Leticia-Amazonas - Colombia)

Carbon footprint reduction, through the implementation of a photovoltaic system in the hospitality industry. study case anaira hostel (Leticia-Amazonas- Colombia)

---

Rodríguez Buitrago Ana María; Gutiérrez-Fernández Fernando

## Resumen

**L**a actividad hotelera ocasiona grandes presiones ambientales sobre el municipio de Leticia, capital del Departamento de Amazonas, que es uno de los sitios turísticos más visitados de Colombia. Dentro de los impactos producidos, uno de los más significativos es la emisión de gases de efecto invernadero, entre otras cosas porque el municipio no hace parte del Sistema Interconectado Nacional Colombiano (Sector Eléctrico), lo que ocasiona que se genere electricidad para el municipio con una planta eléctrica de diésel, por ende, es necesario generar alternativas para el reemplazo de la energía que utiliza el sector hotelero, entre las cuales se encuentra la implementación de sistemas fotovoltaicos. Por lo tanto, el presente trabajo pretende presentar una propuesta para reducir la huella

## Abstract

**T**he hotel activity causes a big environmental impact in the town of Leticia, capital of the Colombian Amazon region, one of the most visited regions by tourists in the country. Among the impacts, one of the most significant is the greenhouse gases emission, mainly because the town is not part of the Colombian National Interconnected System (Electric sector), it means that all the electricity in town has to be generated with a diesel power plant, therefore, it is necessary to implant different energy sources in the hotel industry, like the use of photovoltaic systems. That is why work want to present a proposal to reduce Anaira's Hostel carbon footprint, implementing a photovoltaic system and do not have dependence on electricity generated by fossil fuels. Six photo-

---

Recibido / Received: Marzo 21 del 2017 Aprobado / Approved: Abril 21 del 2017

Tipo de artículo / Type of paper: Investigación Científica y Tecnológica Terminada.

Afiliación Institucional de los autores / Institutional Affiliation of authors: Universidad El Bosque

Autor para comunicaciones / Author communications: arodriguezbu@unbosque.edu.co

*Los autores declaran que no tienen conflicto de interés.*

de carbono del Anaira Hostel por medio de la implementación de un sistema fotovoltaico, y así mismo disminuir su consumo y dependencia de electricidad generada por medio de combustibles fósiles. Se analizaron 6 sistemas fotovoltaicos y se llevó a cabo la elección de la mejor propuesta con base en el análisis costo-beneficio. La propuesta final fue el sistema con el panel de Solar Green Energy Latin America que cuenta con una potencia de 320 W, y que al quinto (5) año recupera el dinero invertido y se comienzan a generar ganancias.

**Palabras clave:** Huella de carbono, Turismo Sustentable, Energía limpia, Sistema fotovoltaico, Cambio climático.

voltaic systems were analyzed and the best proposal was chosen based on the cost-benefit analysis. The final proposal was the system with the panel of Solar Green Energy Latin America that has a power of 320W, and at the fifth (5) year it has paid back the invested money and started to generate profit.

**Key words:** Carbon footprint, Sustainable Tourism, Clean energy, Photovoltaic system, Climate change.

## Introducción

El deterioro de la naturaleza y de la biodiversidad que se viene presentando en el planeta tierra responde al cambio climático drástico de la actualidad; una de las principales causas identificadas es el aumento de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) presentes en la atmósfera, lo que equivale a una alteración en el efecto invernadero natural, por las actividades antrópicas como el crecimiento demográfico y las actividades de diversos sectores (industria, turismo, agricultura, ganadería, etc).

Colombia de acuerdo al Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático realizada en el 2016, presenta una emisión bruta (sin absorciones) per cápita de Colombia muy similar al promedio de América Latina, siendo un 0,4% del total de emisiones mundiales y situándose en el puesto 5 de emisiones GEI entre 32 países de Latinoamérica y el Caribe y en la posición 105 (de mayor a menor) a nivel mundial. [1].

Para el año 2050 muchos estudios proyectan que la consecuencia del calentamiento global genere un deterioro de la biodiversidad y recursos naturales del país, estimando que en el 2050 habrá desaparecido el 80% del área glaciar del país y el 60% del área de páramos [2].

En el caso de Leticia, que es un punto de alto interés turístico por su biodiversidad, se estimó para el año 2015 que la principal fuente generadora de GEI era la del consumo de energía con 44.181 toneladas de CO<sup>2</sup> equi-

valentes, siendo el sector hotelero y el gubernamental el mayor responsable de esta generación[3]; por lo que se decide en la presente investigación escoger un caso de estudio para proponer medidas de reducción de la huella de carbono, seleccionando al Anaira Hostel, ya que es establecimiento de alojamiento y hospedaje que adquirió un compromiso con el Desarrollo Sostenible, al implementar la norma técnica sectorial NTS002.

La ausencia de proyectos para la reducción de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) se debe al desconocimiento de las herramientas para tal fin, y a la estimación de la Huella de Carbono (HC), que para el caso de Leticia fue calculada por Campos y Gutiérrez en el 2015, tanto para el municipio, como para un área denominada como Destino Turístico Sostenible de Leticia (DTSI).

La implementación de energías alternativas como los paneles solares, abren paso a la eficiencia en la conservación y protección de los recursos naturales, más aún en una región de la importancia de la amazonia, que es responsable de regular el clima regional, ser un enorme albergue de biodiversidad, contener la mayor cuenca hidrográfica del mundo, y ser uno de los mayores stocks de sumidero de carbono del planeta [4]

Los sistemas fotovoltaicos tienen la capacidad de aprovechar la luz solar y convertirla en energía eléctrica para abastecer un consumo determinado; debido a esto se determinó que la reducción de la huella de carbono del

Anaira Hostel, se podía dar por medio de la implementación de sistemas de energía fotovoltaica y así mismo disminuir su consumo de electricidad generada por combustibles fósiles.

## Metodología

Lo primero que se realizó fue el cálculo de la huella de carbono del Anaira Hostel para identificar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el consumo eléctrico, para ello se empleó la metodología TIER 3 [5], ya que el factor de emisión utilizado es el calculado por la ENAM (Empresa de energía para el Amazonas S.A. E.S.P).

Para realizar el cálculo de la huella de carbono se definió el límite organizacional como de control, ya que la organización tiene control operacional sobre sus unidades, tiene autonomía, y puede introducir e implementar políticas de operación en sus procesos.

En cuanto a los límites operacionales o alcances se consideró únicamente el alcance 2 de acuerdo a la metodología ISO 14064-1, que hace referencia a las emisiones asociadas a la generación de la electricidad adquirida y consumida por la empresa. Se estableció como base para la medición un año de consumo, desde mayo de 2016 hasta abril de 2017; La selección de este período se fundamenta en que la empresa para contaba con la información suficiente y confiable para realizar el cálculo;

además nunca se había implementado la medición de la huella de carbono, lo cual no obliga a realizar un recalcu- lo de las emisiones del año base.

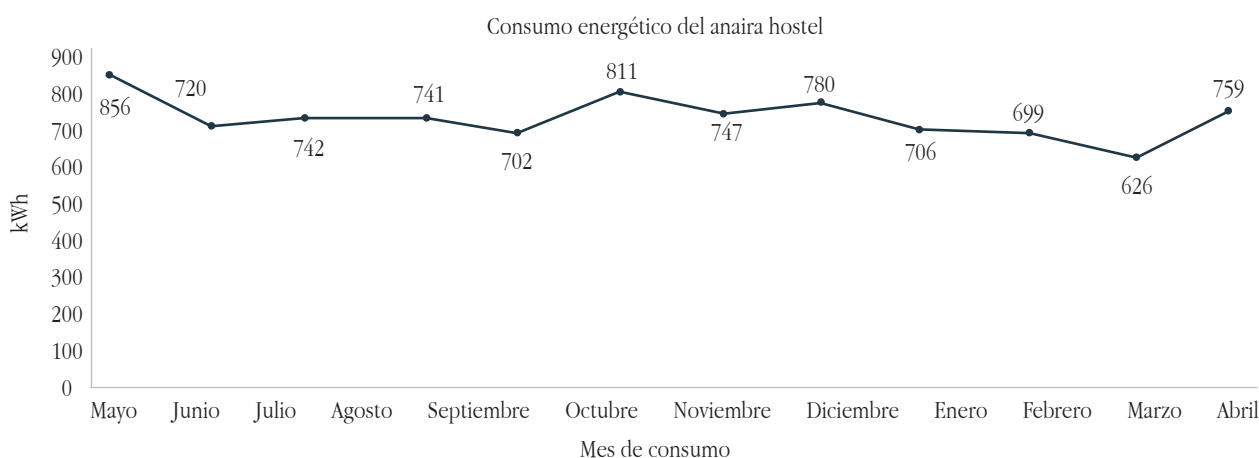
Para el diseño del sistema fotovoltaico se consideró que fuese un sistema conectado a la red, que a su vez contará con una batería para evitar dependencia total del sistema eléctrico tradicional en caso de fallas técnicas o apagón, lo cuál es frecuente en la ciudad de Leticia, y procedió a conocer las áreas disponibles para la ubicación del sistema fotovoltaico.

La selección de los paneles fotovoltaicos se realizó teniendo en cuenta las características técnicas y el precio, y por último se realizó un análisis costo beneficio del sistema más económico. Adicionalmente se llevó a cabo la estimación del área necesaria de plantaciones forestales para compensar el impacto negativo de la huella de carbono del Anaira Hostel con base en la fijación de CO<sub>2</sub> por parte de 3 tipos de árboles (eucalipto, pino y álamo), esto suponiendo que el hotel quisiera ser huella neutra y que no realizará la implementación del sistema fotovoltaico.

## Resultados

Se recolectaron y tabularon los consumos de energía eléctrica (kWh) durante 1 año, desde mayo de 2016 hasta abril de 2017 para conocer el promedio, el consumo máximo y el consumo mínimo del Anaira Hostel;

Figura 1. Consumo energético del Anaira Hostel durante 1 año



Fuente: Elaboración propia

Según el consumo mensual de energía eléctrica del Anaira Hostel se calculó la huella de carbono por medio de la siguiente ecuación:  $HC = Consumo * Factor\ de\ emisión$

En donde el consumo son los Kwh mes a mes del Anaira Hostel y el factor de emisión es 1,2282 kg CO<sub>2</sub>eq/kWh para la generación eléctrica [3].

**Tabla 1.** Cálculo de la huella de carbono mes a mes del Anaira Hostel

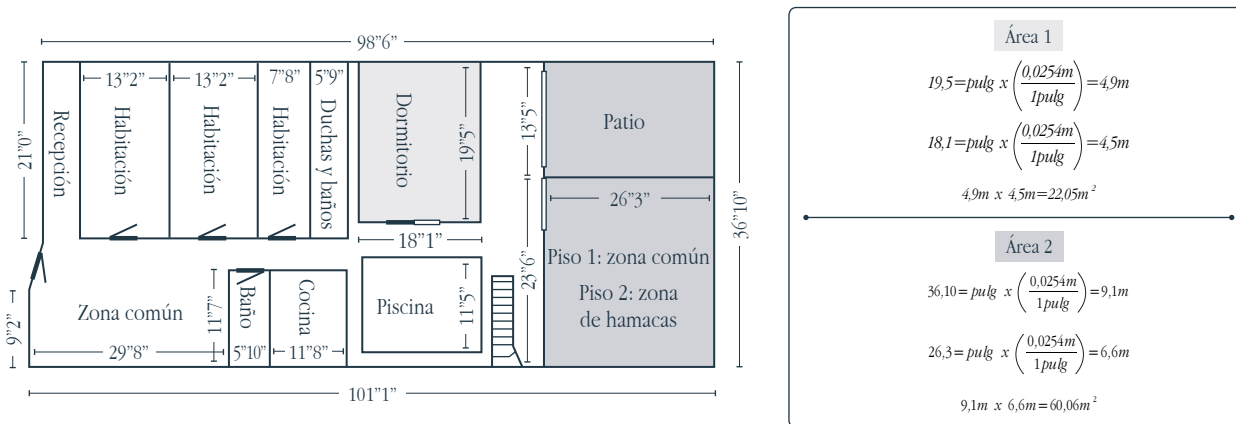
Mes	Consumo (kWh)	Huella de carbono (HC)
Mayo	856	1051,34
Junio	720	884,30
Julio	742	911,32
Agosto	741	910,09
Septiembre	702	862,19
Octubre	811	996,07
Noviembre	747	917,46
Diciembre	780	957,99
Enero	706	867,10
Febrero	699	858,51
Marzo	626	768,85
Abril	759	932,20
Promedio		909,79

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se halló el promedio de la HC de los 12 meses la cual fue de 909,79 Kg/Co<sub>2</sub>eq, la cual equivale a 0,90979 t/Co<sub>2</sub>eq. Para el diseño del sistema fotovoltaico

como se explicó en la metodología lo primero que se realizó fue el plano del Anaira Hostel con el fin de conocer las áreas disponibles de la ubicación del sistema fotovoltaico.

**Figura 1.** Plano del Anaira Hostel



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 1.** Cotizaciones paneles solares

Nº	Empresa/ marca	Panel	Material	Precio (\$)	Voltaje (V)	Potencia (w)	Dimensiones del panel	Área del panel (m2)
1			Monocrystalino	1.380.168	30	250	1,64 x 0,99 m	1,6
2			Monocrystalino	828.936	18	150	1,64 x 0,99 m	0,99
3			Policristalino	703.080	31	270	1,64 x 0,99 m	1,6
4			Policristalino	833.280	37	320	1,9 x 0,99 m	1,8
5			Policristalino	970.000	36	300	1,96 x 0,99 m	1,9
6			Policristalino	980.000	37	310	1,96 x 0,99 m	1,9

Fuente: Elaboración propia a partir de fichas técnicas y cotización.

Una vez se estableció el área disponible, se realizaron varias cotizaciones de los paneles solares para comparar el número de módulos necesarios según sus potencias y posteriormente realizar el análisis costo beneficio.

necesarios para abastecer el 100% de la energía que se consume en el Hostel, teniendo en cuenta las respectivas potencias de los paneles solares cotizados de acuerdo a la fórmula propuesta por Valilla [6].

Con las especificaciones de los diferentes paneles y el consumo del Anaira se estableció el número de módulos

$$N^{\circ} \text{ de módulos} = \frac{\text{Energía Necesaria}}{\text{HSP} * \text{Rendimiento de trabajo} * \text{Potencia pico del mundo}}$$

**Tabla 2.** Cálculo del número de paneles necesarios.

Nº	Consumo Mes (W)	Consumo Día (W)	Horas de Sol Promedio (HSP)	Rendimiento de trabajo	Potencia pico del módulo (W)	No. De Módulos según Potencia máx.
1	740.750	37.038	7	0,9	250	25
2	740.750	37.038	7	0,9	150	41
3	740.750	37.038	7	0,9	270	23
4	740.750	37.038	7	0,9	320	19
5	740.750	37.038	7	0,9	300	21
6	740.750	37.038	7	0,9	310	20

Fuente: Elaboración propia

Con el número de paneles necesario de acuerdo a la referencia, se realizó el cálculo de cuántos paneles caben en el área total disponible partiendo de dos

áreas diferentes disponibles, teniendo en cuenta las dimensiones descritas en las hojas de especificaciones de cada panel solar.

**Tabla 3.** Total de paneles que comprende área disponible

Nº	Dimensiones del panel	Área del panel (m2)	Nº de paneles en área 1	Nº de paneles en área 2	Total de paneles en área disponible	Aproximación Nº de paneles en área disponible
1	1,64 x 0,99 m	1,60	13,78	37,54	51,32	51
2	1,46 x 0,68 m	0,99	22,27	60,67	82,94	82
3	1,64 x 0,99 m	1,60	13,78	37,54	51,32	51
4	1,9 x 0,99 m	1,80	12,25	33,37	45,62	45
5	1,96 x 0,99 m	1,90	11,61	31,61	43,22	43
6	1,96 x 0,99 m	1,90	11,61	31,61	43,22	43

Fuente: Elaboración propia

Con los cálculos realizados anteriormente, se calculó el número de reguladores que necesita el sistema según las características de cada panel, mediante la siguiente fórmula (teniendo como referente un regulador de 20 amperios):

$$A = \frac{W}{V}$$

En dónde:

A: Amperios

W: Vatios

V: Voltios

- Panel 1: solar DMC 250 W con 30 V; se necesitan 25 paneles

$$A = \frac{250W}{30V} = 8,3A$$

$$\text{Amperios a regular} = 8,3A \times 25 \text{ paneles} = 208A$$

$$\text{Nº de reguladores necesarios} = \frac{208A}{20A} = 10,4 \approx 11 \text{ reguladores}$$

- Panel 2: solar DMC 150 W con 18 V; se necesitan 41 paneles

$$A = \frac{270W}{21V} = 8,7A$$

$$\text{Amperios a regular} = 8,7A \times 23 \text{ paneles} = 200A$$

$$\text{Nº de reguladores necesarios} = \frac{342A}{20A} = 17,1 \approx 18 \text{ reguladores}$$

- Panel 3: Solar Green Energy Latin America 270 W con 31 V; se necesitan 23 paneles

$$A = \frac{270W}{31V} = 8,7A$$

$$\text{Amperios a regular} = 8,7A \times 23 \text{ paneles} = 200A$$

$$\text{Nº de reguladores necesarios} = \frac{200A}{20A} = 10 \text{ reguladores}$$

- Panel 4: Solar Green Energy Latin America 320 W con 37 V; se necesitan 19 paneles

$$A = \frac{320W}{37V} = 8,7A$$

$$\text{Amperios a regular} = 8,7A \times 19 \text{ paneles} = 165A$$

$$N^{\circ} \text{ de reguladores necesarios} = \frac{165A}{20A} = 8,2 \approx 9 \text{ reguladores}$$

- Panel 5: solar Ambiente & soluciones 300 W con 36V; se necesitan 21 paneles

$$A = \frac{300W}{36V} = 8,3A$$

$$\text{Amperios a regular} = 8,3A \times 21 \text{ paneles} = 174,3A$$

$$N^{\circ} \text{ de reguladores necesarios} = \frac{174,3A}{20A} = 8,7 \approx 9 \text{ reguladores}$$

- Panel 6: solar Ambiente & soluciones 310 W con 37V; se necesitan 20 paneles.

$$A = \frac{310W}{37V} = 8,4A$$

$$\text{Amperios a regular} = 8,4A \times 20 \text{ paneles} = 168A$$

$$N^{\circ} \text{ de reguladores necesarios} = \frac{168A}{20A} = 8,4 \approx 9 \text{ reguladores}$$

A partir de los cálculos anteriores se determinó tanto el tipo de batería a usar y la necesidad del uso de inversor, ambos criterios se determinaron con base en la intensidad de corriente eléctrica a regular o a invertir según las características de cada panel solar.

A continuación los 6 diferentes sistemas fotovoltaicos con sus respectivos costos.

Tabla 4. Costo total sistema 1

1. Panel solar de 250 W					
Relación de Consumo	Consumo	Característica	Precio de Compra (Pesos)	Total MP	
INSUMOS	Monocrystalino	25	250W	1.380.168,00	34504.200
	Reguladores de Carga	11	20 A	32.000,00	352.000
	Batería 12V 200Ah	1	12V / 200Ah	1.640.000,00	1.640.000
	Batería 24V 400Ah	0	24V/400Ah	6.468.000,00	0
	Inversor sinusoidal	0	Unidad	520.000,00	0
	Kit para conexión a techo, conexiones, cables	1	Unidad	30.000,00	30.000
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 36526.200</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.** Costo total sistema 2

2. Panel solar de 150 W				
Relación de Consumo	Consumo	Característica	Precio de Compra (Pesos)	Total MP
Monocrystalino	41	150W	828.936,00	33.986.376
Reguladores de Carga	17	20 A	32.000,00	544.000
Batería 12V 200Ah	0	12V / 200Ah	1.640.000,00	0
Batería 24V 400Ah	1	24V/400Ah	6.468.000,00	6.468.000
Inversor sinusoidal	1	Unidad	520.000,00	520.000
Kit para conexión a techo, conexiones, cables	1	Unidad	30.000,00	30.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 41.548.376</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6.** Costo total sistema 3

3. Panel solar de 270 W				
Relación de Consumo	Consumo	Característica	Precio de Compra (Pesos)	Total MP
Policristalino	23	270W	703.080	16.170.840
Reguladores de Carga	10	20 A	32.000	320.000
Batería 12V 200Ah	1	12V / 200Ah	1.640.000	1.640.000
Batería 24V 400Ah	0	24V/400Ah	6.468.000	0
Inversor sinusoidal	0	Unidad	520.000	0
Kit para conexión a techo, conexiones, cables	1	Unidad	30.000	30.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 18.160.840</b>

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 7.** Costo total sistema 4

4. Panel solar de 320 W				
Relación de Consumo	Consumo	Característica	Precio de Compra (Pesos)	Total MP
Policristalino	19	320W	833.280,00	15.832.320
Reguladores de Carga	8	20 A	32.000,00	256.000
Batería 12V 200Ah	1	12V / 200Ah	1.640.000,00	1.640.000
Batería 24V 400Ah	0	24V/400Ah	6.468.000,00	0
Inversor sinusoidal	0	Unidad	520.000,00	0
Kit para conexión a techo, conexiones, cables	1	Unidad	30.000,00	30.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 17.758.320</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8.** Costo total sistema 5

5. Panel solar de 300 W				
Relación de Consumo	Consumo	Característica	Precio de Compra (Pesos)	Total MP
Policristalino	21	300W	970.000	20.370.000
Reguladores de Carga	9	20 A	32.000	288.000
Batería 12V 200Ah	1	12V / 200Ah	1.640.000	1.640.000
Batería 24V 400Ah	0	24V/400Ah	6.468.000	0
Inversor sinusoidal	0	Unidad	520.000	0
Kit para conexión a techo, conexiones, cables	1	Unidad	30.000	30.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 22.328.000</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9.** Costo total sistema 6

6. Panel solar de 310 W					
Relación de Consumo	Consumo	Característica	Precio de Compra (Pesos)	Total MP	
INSUMOS	Policristalino	20	310W	980.000,00	19.600.000
	Reguladores de Carga	9	20 A	32.000,00	288.000
	Batería 12V 200Ah	1	12V / 200Ah	1.640.000,00	1.640.000
	Batería 24V 400Ah	0	24V/400Ah	6.468.000,00	0
	Inversor sinusoidal	0	Unidad	520.000,00	0
	Kit para conexión a techo, conexiones, cables	1	Unidad	30.000,00	30.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 21.558.000</b>	

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis costo-beneficio del proyecto se halló la tasa interna de retorno (TIR) para conocer la rentabilidad del proyecto y el valor presente neto (VPN) para evaluar el comportamiento de la inversión. El análisis

costo-beneficio se calculó para el sistema 4, que cuenta con el panel Solar Green Energy Latin America de 320 W, debido a que fue el sistema más económico con una inversión inicial de \$17.758.320.

**Tabla 10.** Cálculo de TIR y VPN

Año	0	1	2	3	4	5
Inflación	2%	2,50%	2,50%	3,00%	2,50%	2,50%
Precio del KW	563,925	578,023	592,474	610,248	625,504	641,142
Producción de energía	0	8889,000	8889,000	8889,000	8889,000	8889,000
DTF		7%				
<b>Ingresos</b>						
Ingresos por proyectos	0	5.138.047,56	5.266.498,75	5.424.493,71	5.560.106,05	5.699.108,70
<b>Egresos</b>						
Inversión inicial	17.758.320,00					
<b>Flujo de caja</b>	-17.758.320,00	5.138.047,56	5.266.498,75	5.424.493,71	5.560.106,05	5.699.108,70
VPN	\$4.090.396,54					
TIR	16%					

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de estimar el área necesaria de plantaciones forestales para compensar el impacto negativo de la huella de carbono del Anaira Hostel con base en la fijación de CO<sub>2</sub> por parte de 3 tipos de árboles (eucalipto, pino y álamo). Según la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura [7] la fijación de dióxido de carbono por parte de estas tres especies forestales está a continuación:

**Tabla 11.** Fijación de CO<sub>2</sub> por especie

Especie	Rendimiento verde	Rendimiento seco	Fijación de CO <sub>2</sub> por el árbol
	t/ha/año	t/ha/año	t/ha/año
			F11
Eucalipto	30	19	43,58
Pino	20	24V/400Ah	25,23
Alamo	23	18	41,28

Fuente: (FAO, 2004)

Con base en la información anterior, se estiman las hectáreas necesarias para compensar la huella de carbono del Anaira Hostel por cada tipo de árbol. Para el cálculo del área, se necesita conocer la HC en ton de CO<sub>2</sub>.

$$\sum HC_{año} = 10.917,47 \text{ kgCO}_2$$

$$10.917,47 \text{ kg} \left( \frac{0,001t}{1\text{kg}} \right) = 10,92t$$

- Eucalipto:  $Hectareas\ necesarias = 10,92tCO_2 \left( \frac{1ha}{43,58tCO_2} \right) = 0,25ha$
- Pino:  $Hectareas\ necesarias = 10,92tCO_2 \left( \frac{1ha}{25,23tCO_2} \right) = 0,43ha$
- Álamo:  $Hectareas\ necesarias = 10,92tCO_2 \left( \frac{1ha}{41,28tCO_2} \right) = 0,26ha$

Para conocer la reducción de la HC con el sistema fotovoltaico, se estimó la reducción de la huella de carbono con el 25%, 50%, 75% y 100% del reemplazo de energía eléctrica proveniente del uso de combustibles fósiles por la implementación del sistema fotovoltaico, para esta estimación se utilizaron las siguientes fórmulas:

- $HC = \%de\ energía\ a\ reemplazar \times factor\ de\ emisión$

En donde:

HC: Huella de carbono del sistema

% de energía a reemplazar: Son los valores a estimar, 25%, 50%, 75% y 100% respectivamente.

Factor de emisión: Es 1,2282 kg CO<sub>2</sub>eq/kWh para la generación eléctrica.

- $Reducción\ de\ HC = HC_{Promedio\ anaira\ Hostel} - HC$

**Tabla 12.** Reducción de la HC

Mes	Consumo (kWh)	Huella de carbono (HC)
Mayo	856	1051,3392
Junio	720	884,304
Julio	742	911,3244
Agosto	741	910,0962
Septiembre	702	862,1964
Octubre	811	996,0702
Noviembre	747	917,4654
Diciembre	780	957,996
Enero	706	867,1092
Febrero	699	858,5118
Marzo	626	768,8532
Abril	759	932,2038
Promedio	740,75	909,78915

Factor de emisión = 1,2282

Porcentajes a evaluar	Porcentaje de consumo (kWh)	HC	Reducción de HC
25%	0,25	185	227
50%	0,5	370	455
75%	0,75	556	682
100%	1	741	910

Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones

Esta investigación del cálculo de la huella de carbono y la propuesta de implementar un sistema fotovoltaico, determinó el impacto ambiental generado por las emisiones de GEI por parte del hostel y así mismo propuso esta medida de manejo, tangible e integral, con el fin de aportar al proceso de certificación, respondiendo al criterio 4.1.4 a de la norma técnica sectorial NTS002.

La cantidad total de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por consumo eléctrico en el Anaira Hostel fue de 10,92 tCO<sub>2</sub>/año y el beneficio ambiental en la reducción de esta huella de carbono por medio del sistema fotovoltaico es la contribución a mitigar el impacto directo del alojamiento al cambio climático, aportando así a soluciones ambientales esenciales en la actualidad; la ventaja de su implementación es que la energía se produce en el mismo lugar, contando con espacio disponible suficiente evitando traslados o remodelación de las instalaciones.

Con base en mediciones realizadas y el análisis costo beneficio, se determinó que la propuesta final es el sistema con el panel de Solar Green Energy Latin America (320W), es la mejor alternativa de reemplazo de consumo de energía eléctrica generada por medio de combustibles fósiles. Con un costo de \$ 17.758.320.

## Bibliografía

- [1] IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEERÍA. 2016. Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero – Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEERÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia.
- [2] Posada, C. C. (2007). La adaptación al cambio climático en Colombia. *Revista de ingeniería*, (26), 74-80.
- [3] Campos, D., & Gutiérrez, L. F. (2015). Estimación de la huella de carbono del destino turístico de Leticia–Amazonas de Colombia y diseño de una propuesta de manejo de las principales emisiones de gases efecto invernadero. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo-RIAT*, 11(1), 2-15.
- [4] Cepal y Patrimonio Natural. 2013. Amazonia posible y sostenible. Bogotá: Cepal y Patrimonio Natural.
- [5] IDEMA, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEERIA. 2015. Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero (GEI) de Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEERIA, FNAM. Bogotá, Colombia.
- [6] Valilla, M. M. (2010). Instalaciones fotovoltaicas. Paraninfo.
- [7] FAO. (2004). Fijación de dióxido de carbono en plantaciones forestales.

---

## Los Autores



### **Ana María Rodríguez Buitrago**

---

Ingeniera Ambiental, con diplomado en Gestión de Energías Renovables. Actualmente estudiante de diplomado en Liderazgo Estratégico y vinculada como encargada del área de calidad en reconocida cadena gastronómica. Experiencia en asesoría de implementación de Normas Técnicas Sectoriales con el fin de impulsar el Turismo Sostenible en Colombia. Autora del Manual de Compras Sostenible del Fondo de Promoción Turístico del Amazonas.



### **Fernando Gutierrez**

---

Ecólogo de la Pontificia Universidad Javeriana, Especialista en Gestión Urbana y Desarrollo Territorial, Especialista en Gestión Ambiental, Especialista en Desarrollo, Sostenible y Ecodiseño, Doctor en Desarrollo, Sostenible y Ecodiseño de la Universidad Politécnica de Valencia - España. Director del Grupo de Investigación Agua, Salud y Ambiente, miembro del grupo de investigación en Producción Limpia Choc Izone de la Facultad de Ingeniería y miembro del grupo Complejidad y Salud Pública de la Facultad de Medicina de la Universidad El Bosque.

