

APÉNDICE P. INDICADORES FINANCIEROS DEL PROYECTO

La evaluación financiera del sistema híbrido de generación solar fotovoltaica propuesto para el corregimiento de Canaletal se realiza mediante el uso de indicadores económicos ampliamente aceptados en proyectos energéticos, los cuales permiten analizar la rentabilidad, eficiencia y competitividad del proyecto frente a la continuidad del suministro desde la red eléctrica convencional. Para este análisis se consideran los ingresos derivados de la energía generada e inyectada a la red, los costos de inversión inicial, así como los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del sistema vistos en la tabla P1.

Tabla P1. Resultados.

Energía inyectada a red (excedente tipo 1)	8 121,58	(kWh/ mes)
Precio kWh	\$ 874,15	(COP)
Valor de la energía generada mensual	\$ 7 099 478,34	(COP)
Costo anual de energía	\$ 85 193 740,14	(COP)
Costo total del proyecto	\$ 858 200 100,00	(COP)
Retorno de inversión	10,07351125	Años

Fuente: Elaboración propia

1. Valor Presente Neto (VPN)

El Valor Presente Neto (VPN) es un indicador que permite determinar la rentabilidad del proyecto al comparar el valor presente de los beneficios económicos futuros con la inversión inicial requerida. En el caso del sistema fotovoltaico de Canaletal, los beneficios están representados por el ahorro y la valorización de la energía generada, estimada en una producción mensual de 8.121,58 kWh, lo que equivale a un valor económico mensual aproximado de \$7.099.478,34 COP y un beneficio anual de \$85.193.740,14 COP, considerando la tarifa vigente de la ESSA.

El proyecto contempla una inversión inicial total de \$858.200.100 COP y costos acumulados de operación y mantenimiento de \$34.250.000 COP a lo largo de 25

años de operación. Al descontar los flujos de caja futuros a una tasa de oportunidad representativa del sector energético colombiano, el VPN del proyecto resulta positivo, lo cual indica que los beneficios económicos generados durante la vida útil del sistema superan los costos totales asociados a su implementación y operación. Un VPN positivo confirma que el proyecto no solo recupera la inversión inicial, sino que además genera valor económico para la comunidad, constituyéndose en una alternativa financieramente viable y sostenible a largo plazo.

$$VPN = \sum_{t=1}^n \left(\frac{Ft}{(1-r)^t} \right) - I_o$$

Tabla P2. Descripción de ecuación.

	Símbol o	Significado	Valor
Fuente:	(Ft)	Flujo neto de caja en el año (t)	83 823 740 COP/año
	(r)	Tasa de descuento	5%
	(n)	Vida útil del proyecto	25 años
	(I _o)	Inversión inicial	858 200 100 COP

Universidad de Nariño, UDENAR

$$VPN = 323\,207\,044 \text{ COP}$$

Representa un valor positivo por lo que recupera la inversión inicial y genera valor económico para los habitantes del corregimiento de Canaletal.

2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Este indicador permite comparar el desempeño financiero del sistema fotovoltaico frente a otras alternativas de inversión o frente al costo de oportunidad del capital. Con base en los flujos de ingresos generados por la energía producida y los costos asociados al proyecto, se obtiene un periodo de retorno de la inversión cercano a 10,07 años, lo cual resulta coherente con proyectos de generación solar fotovoltaica con almacenamiento energético y una vida útil superior a 25 años.

La TIR obtenida confirma que el proyecto es atractivo desde el punto de vista financiero, especialmente considerando que se trata de una inversión en infraestructura energética destinada a mejorar la calidad del servicio eléctrico en una comunidad con altos índices de interrupción y elevados costos de energía.

3. Costo Nivelado de Energía (LCOE)

Se define como el cociente entre el costo total del proyecto durante toda su vida útil y la energía total generada en ese mismo periodo. En su forma simplificada, se expresa como:

$$LCOE = \frac{\text{Costo total del proyecto} + \text{Costo de O \wedge M}}{\text{Energía total generada}}$$

La energía mensual generada es de 8 121,58 kWh/mes y en 25 años de vida útil se proyecta a 2 436 474 kWh.

$$LCOE = \frac{858\,200\,100 + 34\,250\,000}{2\,436\,474} = 366,28 \text{ COP/kWh}$$

El **LCOE** del sistema fotovoltaico híbrido es aproximadamente de 366 COP/kWh, valor que resulta considerablemente inferior al costo actual de la energía suministrada por la ESSA, cuyo precio promedio es de \$874,15 COP/kWh.

Este resultado evidencia que, desde el punto de vista económico, la generación local mediante energía solar fotovoltaica con almacenamiento es altamente competitiva, permitiendo reducir el costo unitario de la energía en más de un 50 % frente a la tarifa convencional. En consecuencia, el sistema no solo mejora la continuidad y confiabilidad del suministro eléctrico en el corregimiento de Canaletal, sino que también garantiza la sostenibilidad financiera del proyecto a largo plazo.