

Departamento de Posgrado y Educación Continua

Evaluación ex post de proyecto de generación de energía fotovoltaica en Puerto Corinto

Tesis para optar al título de Máster en Gerencia de Proyectos de Desarrollo

Elaborado por

Ing. Dalila Eneyda Navarrete Rivera

Tutor:

MSc. Ing. Pavel Gerardo Pastor Estrella

05 de diciembre de 2025
Managua, Nicaragua

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mi familia Góngora Navarrete:

Esposo e hijos, con quienes he compartido anhelos, preocupaciones, ausencias, y

esfuerzos, y a Dios que los ha puesto a ellos en mi camino.

RESUMEN

En la presente tesis se desarrolla evaluación ex post del Proyecto de generación de energía fotovoltaica ejecutado en las instalaciones de Puerto Corinto, Nicaragua, por la Empresa Portuaria Nacional (EPN). El proyecto abarca tres sedes de mayor consumo energético.

El estudio se desarrolla a los cinco años de operación del sistema, con el propósito de verificar el cumplimiento de los objetivos iniciales, evaluar su desempeño real y extraer lecciones aprendidas que fortalezcan la gestión de futuras inversiones.

En el estudio se aplica una metodología mixta que integra revisión documental y encuestas a actores clave, evaluando el ciclo de vida del proyecto en la formulación, y cuatro criterios fundamentales: pertinencia, eficiencia, eficacia y lecciones aprendidas.

Los resultados demuestran que el proyecto fue altamente pertinente con las políticas energéticas nacionales y logró un desempeño satisfactorio en eficiencia operativa. Sin embargo, se identificaron variaciones significativas en eficacia entre las diferentes sedes, donde la sede principal superó las expectativas, mientras una sede secundaria mostró subutilización crítica.

La principal limitación se identificó en la fase de formulación, que careció de estudios financieros y técnicos robustos. Como principal contribución, la investigación genera lecciones aprendidas y una metodología aplicable para mejorar la gestión de futuros proyectos de energía renovable en el sector portuario, cerrando formalmente el ciclo de vida del proyecto evaluado.

Palabras claves:

Evaluación ex post

Generación de energía fotovoltaica

Ciclo de vida del proyecto

Criterios de evaluación ex post

Lecciones aprendidas

ABSTRACT

This thesis presents an ex-post evaluation of the photovoltaic power generation project implemented at the facilities of Puerto Corinto, Nicaragua, by the Nicaraguan Ports Company (Empresa Portuaria Nacional - EPN). The project encompasses the three facilities with the highest energy consumption.

The study was conducted five years after the system's commissioning, with the purpose of verifying compliance with initial objectives, evaluating its actual performance, and extracting lessons learned to strengthen the management of future investments.

The study applies a mixed methodology that integrates documentary review and surveys with key stakeholders, evaluating the project's life cycle during the formulation phase and four fundamental criteria: relevance, efficiency, effectiveness, and lessons learned.

The results demonstrate that the project was highly relevant to national energy policies and achieved satisfactory performance in operational efficiency. However, significant variations in effectiveness were identified among the different facilities, where the main facility exceeded expectations, while a secondary facility showed critical underutilization.

The main limitation was identified in the formulation phase, which lacked robust financial and technical studies. As its primary contribution, this research generates lessons learned and an applicable methodology to improve the management of future renewable energy projects in the port sector, formally closing the life cycle of the evaluated project.

Keyword:

Ex-post evaluation

Photovoltaic power generation

Project life cycle

Ex-post evaluation criteria

Lessons learned

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	IV
ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO SITUACIONAL.....	1
1. Antecedentes.....	1
2. Planteamiento del problema.....	3
3. Objetivos.....	4
3.1. Objetivo General.....	4
3.2. Objetivos específicos.....	4
4. Justificación.....	4
4.1. Limitantes y riesgos.....	5
4.1.1. Limitantes del estudio.....	5
4.1.1.1. Acceso limitado a información institucional.....	5
4.1.1.2. Restricciones metodológicas.....	5
4.1.2. Riesgos del estudio.....	6
4.1.2.1. Riesgo de resistencia del personal.....	6
4.1.2.2. Dependencia de información secundaria.....	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
1. Proyecto de inversión.....	7
2. Ciclo de vida del proyecto y su relación con la evaluación ex post.....	7
3. Evaluación de los proyectos de inversión.....	7

4.	Evaluación ex post: concepto y alcance	7
4.1	Importancia de la evaluación ex post	8
4.2	Temporalidad de la evaluación ex post	9
4.3	Criterios de evaluación ex post	9
4.3.1	Pertinencia.....	9
4.3.2	Eficiencia	9
4.3.3	Eficacia	9
4.3.4	Lecciones aprendidas	9
4.3.4.1	Importancia de las lecciones aprendidas.....	10
5.	Clasificación de la evaluación ex post según metodologías latinoamericanas	10
6.	Proyecto de generación fotovoltaica	12
6.1	Sistemas Fotovoltaicos de Generación	12
6.2	Sistema fotovoltaico con inyección directa	12
6.3	Términos utilizados en energía fotovoltaica	13
6.4	Indicadores clave en proyectos de energía fotovoltaica	13
6.4.1	Indicador de costos	13
6.4.2	Indicador de planificación	13
6.4.3	Indicadores operativos del sistema solar fotovoltaico:	14
6.4.4	Indicadores financieros:	14
6.5	Ventajas de los sistemas fotovoltaicos	15
7.	Proyectos de inversión fotovoltaica en Nicaragua.....	15
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO		17
1.	Área de localización del estudio.....	17
2.	Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o período	18

3. Población, muestra	18
3.1. Tipo de muestra y muestreo	18
3.2. Técnicas e instrumentos de la investigación	19
3.2.1 Revisión documental	19
3.2.2 Encuestas semiestructuradas	19
3.3. Diseño	19
3.3.1. Recolección de Datos	19
3.3.1.1. Análisis del ciclo de vida del proyecto	19
3.3.1.2. Criterios de la evaluación ex post	20
3.3.1.2.1. Pertinencia	20
3.3.1.2.2. Eficiencia	20
3.3.1.2.3. Eficacia	20
3.3.1.2.4. Lecciones aprendidas	20
3.4. Criterios de calidad: credibilidad, confiabilidad	21
3.4.1.1. Credibilidad	21
3.4.1.2. Confiabilidad	21
3.5. Operacionalización de variables	21
4 Análisis de datos	21
4.1 Análisis Cuantitativo	21
4.2 Análisis Cualitativo	21
4.2.1 Encuestas preguntas abiertas	22
4.2.2 Encuesta preguntas cerradas	22
4.2.3 Operacionalización de los criterios de evaluación ex post	22
4.2.4 Matriz de verificación documental	22
4.2.5 Verificación del cumplimiento del perfil de proyecto	23

4.2.6	Criterios de evaluación ex post.....	23
4.3	Procedimientos analíticos aplicados	25
4.3.1	Técnicas Cuantitativas	26
4.3.2	Técnicas Cualitativas.....	26
4.4	Procesamiento de la información	26
CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO		27
1.	Ficha Técnica del Proyecto	27
1.1	Alcances del componente objeto de estudio	28
1.2	Indicadores y metas del componente de estudio	28
2.	Contexto energético de Puerto Corinto	29
3.	Aspectos generales del ciclo de vida del proyecto.....	31
4.	Criterios de evaluación ex post del proyecto	37
4.1	Evaluación de la Pertinencia	37
4.2	Evaluación de la eficiencia	38
4.2.1	Tiempo ejecución del componente	38
4.2.2	Ejecución presupuestaria del componente	40
4.3	Evaluación de la variable eficacia.....	41
4.3.1	Módulos fotovoltaicos	41
4.3.2	Potencia Instalada.....	43
4.3.3	Promedio de energía autogenerada mensual por el sistema fotovoltaico	43
4.3.4	Ahorro de consumo energía porcentual	46
4.3.5	Periodo de recuperación de la inversión	48
4.4	Evaluación de Lecciones aprendidas.....	51
CAPÍTULO V: RESULTADOS DE EVALUACIÓN EX POST.....		53

1. Ciclo de vida	53
2. Criterios de evaluación ex post	53
2.1 Pertinencia.....	53
2.2 Eficiencia	54
2.3 Eficacia	55
2.4 Lecciones aprendidas	56
3. Escala global del proyecto	57
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	58
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	60
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS.....	61
CAPÍTULO IX: ANEXOS.....	64
Anexo 1. Matriz de fuentes de información del proyecto.....	64
Anexo 2. Matriz de variables	69
Anexo 3. Matriz de evaluación de los criterios y variables	72
Anexo 4. Encuestas a personal técnico	75
Anexo 5. Encuesta personal directivo.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales indicadores en proyectos de fotovoltaicos	15
Tabla 2 Muestra del estudio	18
Tabla 3 Criterios de muestreo	19
Tabla 4 Matriz análisis de verificación documental del ciclo de vida del proyecto	22
Tabla 5 Nivel de cumplimiento en base a la información obtenida del perfil del proyecto	23
Tabla 6 Indicadores por criterio	23
Tabla 7 Matriz de análisis de criterio de evaluación	24
Tabla 8 Escala de valores de las variables	24
Tabla 9 Calificación de variables por cada criterio	25
Tabla 10 Escala de valores globales del proyecto	25
Tabla 11 Ficha Técnica del Proyecto	27
Tabla 12 Alcances del Proyecto de inversión fotovoltaica en Puerto Corinto	28
Tabla 13 Indicadores y metas del componente de estudio	28
Tabla 14 Necesidades energéticas por sede	30
Tabla 15 Información del componente evaluado	33
Tabla 16 Nivel de cumplimiento del contenido del Perfil del Proyecto	35
Tabla 17 Pertinencia del proyecto en Puerto Corinto	37
Tabla 18 Eficiencia en el tiempo de ejecución en APC	38
Tabla 19 Eficiencia en el tiempo de ejecución en APPI y APPI II	39
Tabla 20 Eficiencia en la Ejecución presupuestaria del componente	40
Tabla 21 Eficacia en cumplimiento del alcance físico en APC	41
Tabla 22 Eficacia en cumplimiento del alcance físico en APPI I y APPI II	42
Tabla 23 Eficacia en potencia instalada APC	43
Tabla 24 Eficacia en promedio de energía autogenerada en APC	43
Tabla 25 Eficacia en promedio de energía autogenerada en APPI I	44
Tabla 26 Eficacia en promedio de energía autogenerada en APPI II	46
Tabla 27 Eficacia en ahorro en consumo de energía en APC	46
Tabla 28 Eficacia en ahorro en consumo de energía en APPI I	47

Tabla 29	<i>Eficacia en ahorro en consumo de energía en APPI II</i>	48
Tabla 30	<i>Eficacia en periodo de recuperación de la inversión en APC</i>	48
Tabla 31	<i>Eficacia en periodo de recuperación de la inversión en APPI I</i>	49
Tabla 32	<i>Eficacia en periodo de recuperación de la inversión en APPI II</i>	50
Tabla 33	<i>Resumen de la evaluación ex post global del Proyecto</i>	57
Tabla 34	<i>Matriz de fuentes de información del proyecto</i>	64
Tabla 35	<i>Matriz de variables de evaluación ex post</i>	69
Tabla 36	<i>Matriz de variables de evaluación ex post</i>	72
Tabla 37	<i>Matriz de variables de evaluación ex post</i>	75
Tabla 38	<i>Matriz de variables de evaluación ex post</i>	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de la evaluación ex post en ciclo de vida del proyecto	2
Figura 2 Ciclo de vida del proyecto y criterios de evaluación ex post	10
Figura 3 Diagrama de conexión sistema solar fotovoltaico de inyección directa	12
Figura 4 Macro y micro localización de Ante Puertos Punta Icaco I, Ante Puerto Punta Icaco II, y Puerto Corinto.....	17
Figura 5 Línea de tiempo del Proyecto de estudio	32

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO SITUACIONAL

1. Antecedentes

Evaluar se entiende como estimar, apreciar, calcular el valor de algo, en este sentido, la evaluación ex post se concibe como el mecanismo de verificar el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos durante la formulación del proyecto, a partir del análisis de su ejecución y operación.

Organismos internacionales y multilaterales involucrados en cooperación y financiamiento han desarrollado metodologías propias de evaluación ex post, con el fin de medir impactos, extraer aprendizajes y fortalecer la gestión de futuras intervenciones. A nivel latinoamericano, países como Chile, Perú, México, Argentina y Colombia han implementado instrumentos para la elaboración y evaluación de proyectos de inversión pública. Algunos de ellos han institucionalizado la evaluación ex post como parte integral del ciclo de inversión.

De acuerdo al Ministerio de Economía y Finanzas del Perú (MEF) ha establecido que el objetivo de la realización de las evaluaciones ex post en la fase operación:

...permitirá verificar el cumplimiento de los objetivos planteados en la fase de formulación y evaluación, así como desempeño realizado en las fases de ejecución y funcionamiento, a fin de revelar buenas prácticas y obtener lecciones aprendidas que permitan mejorar la gestión de las inversiones del país. (2021).

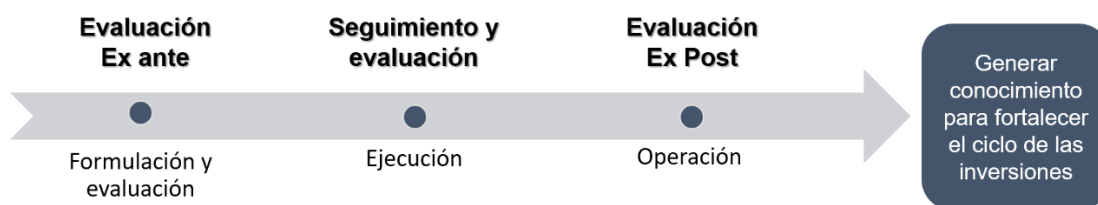
En Nicaragua, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP) cuenta con la Metodología General para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública, en esta define lo siguiente:

La evaluación ex post tiene el propósito de establecer el nivel de cumplimiento de los objetivos del proyecto o la brecha entre lo evaluado ex ante y lo realmente ocurrido. Esto es para el aprendizaje, pues los hallazgos encontrados podrán retroalimentar a los formuladores y evaluadores del proyecto, al propietario, a la institución responsable de su ejecución y operación; o la autoridad que decidió su ejecución. (2012a, p.19).

En el sector público los controles y seguimiento para la etapa de preinversión e inversión en Nicaragua son robustas, un ejemplo claro es el contar con la metodología del MHCP anteriormente mencionada, su ámbito de aplicación es para proyectos financiados por fondos del tesoro nacional.

Figura 1

Esquema de la evaluación ex post en ciclo de vida del proyecto



Nota: Elaboración propia

La evaluación ex post no es una práctica habitual, y está más bien dirigida a programas sectoriales, y/o a requerimiento de los organismos financiadores como el Banco Mundial o el Banco Interamericano de Desarrollo (Estrada & Pastora, 2022, p.13), no se cuenta con una metodología para realizar estas evaluaciones. En la revisión bibliográfica realizada, y revisiones a los documentos públicos en la página web del MHCP no se encontraron publicaciones de evaluaciones ex post realizadas a proyectos de inversión pública en el país.

A nivel nacional, la transición de la matriz energética ha sido una prioridad estratégica. Según el Plan Nacional de Lucha Contra la Pobreza (Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN), 2021, p.37), el sector energético ha impulsado la diversificación de fuentes renovables para garantizar la autonomía y seguridad energética, reducir costos y mitigar el impacto ambiental. Así mismo lo establece el Decreto de Establecimiento de la Política Energética Nacional (2004), que uno de los objetivos específico establecido en el Arto. 3, ítem 4. es utilizar prioritariamente las fuentes de energía limpias renovables dentro de la matriz energética nacional, asignando los recursos y los mecanismos para aprovecharlas al máximo.

El presente proyecto se enmarca directamente en el marco de dichas políticas, por lo cual la Empresa Portuaria Nacional (EPN) contribuye a estos objetivos nacionales desde su operación portuaria.

Se realizó revisión documental en línea para identificar proyectos de inversión fotovoltaica a los cuales se haya realizado evaluación ex post en Latinoamérica, encontrándose únicamente el Estudio evaluación Ex Post de mediano plazo a proyectos de suministro eléctrico por sistemas de autogeneración, el cual se implementó en zonas rurales aislados de Chile, el principal objetivo de este fue “Determinar las condiciones que permitan que los proyectos de autogeneración de energía eléctrica, que operan en el sector rural, para diferentes tecnologías: fotovoltaico, micro central y eólico, aseguren su funcionamiento en el tiempo”. (Rodaenergía 2022, p. 11).

2. Planteamiento del problema

Puerto Corinto es el principal puerto de Nicaragua, administrado por la Empresa Portuaria Nacional (EPN), entidad autónoma del Estado adscrita a la Presidencia de la República. Según lo establecido en la Ley General de Puertos, “la EPN actúa como autoridad del sistema portuario nacional, con personería jurídica, patrimonio propio y capacidad para administrar los puertos bajo su dominio” (Ley No. 838, 2013, Artículo 19).

Generalmente, las inversiones ejecutadas por la EPN con fondos propios finalizan con el cierre contractual físico-financiero, sin incluir procesos formales de evaluación que permitan comparar lo planificado con los resultados obtenidos. Los costos de operación y mantenimiento suelen delegarse directamente al puerto beneficiado, sin establecer mecanismos de seguimiento técnicos y financiero posterior.

En 2020, la EPN desarrolló con recursos propios el proyecto denominado “Suministro e instalación de sistemas fotovoltaicos para producción de energía eléctrica en los puertos Corinto, Sandino, Arlen Siu, Salvador Allende y Oficinas Centrales”. Este trabajo de tesis se centra en el componente ejecutado en Puerto Corinto, que por ser el de mayor consumo energético del país, y de mayor importancia en la atención de carga, recibió el 56 % del total de la inversión del proyecto.

La ejecución del proyecto en Puerto Corinto tuvo lugar entre marzo y diciembre de 2020, y actualmente se encuentra en su quinto año de operación. Si bien en 2023 se presentó una evaluación limitada a la sede principal como parte de la participación en el Premio a la Producción Más Limpia, no existe hasta la fecha una evaluación técnica integral que permita verificar el desempeño del sistema fotovoltaico frente a sus objetivos iniciales.

Esta situación evidencia la necesidad de realizar una evaluación ex post que sistematice la información disponible y mida el desempeño real del proyecto, identificando las brechas entre lo proyectado y lo realmente alcanzado. A cinco años de operación, este estudio permitirá completar el ciclo de vida del proyecto, extraer lecciones, clave para el diseño y ejecución de futuras inversiones en energías renovables dentro del sector portuario.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Realizar evaluación ex post del proyecto de generación de energía fotovoltaica en Puerto Corinto.

3.2. Objetivos específicos

- Analizar la formulación y planificación del proyecto, verificando los alcances establecidos para su ciclo de vida en relación con su ejecución real.
- Valorar la pertinencia del proyecto respecto a la estrategia nacional y alineación con los objetivos institucionales en materia energética.
- Evaluar la eficiencia en la gestión de recursos físicos y financieros, contrastando los costos y tiempos planificados con los ejecutados.
- Determinar el grado de eficacia del proyecto en función de los beneficios energéticos y económicos realmente generados.
- Identificar lecciones aprendidas que contribuyan a mejorar el diseño, ejecución y evaluación de futuros proyectos en el sector portuario.

4. Justificación

El presente estudio tiene como propósito realizar una evaluación ex post del proyecto de generación de energía fotovoltaica en el Puerto de Corinto, ejecutado por la Empresa Portuaria Nacional. Generalmente, esta institución del sector público ha

limitado sus procesos a los cierres físico-financieros, sin aplicar mecanismos sistemáticos para valorar el cumplimiento de objetivos ni extraer aprendizajes para la mejora continua.

Esta investigación busca generar información técnica, sistematizada y validada que permita valorar el nivel de cumplimiento alcanzado en términos de eficiencia, eficacia, pertinencia, así como identificar oportunidades de mejora en la formulación y ejecución del proyecto. De esta manera, se contribuirá al cierre efectivo del ciclo del proyecto desde una perspectiva estratégica.

Asimismo, el estudio proporcionará a la EPN y al sector portuario en general una herramienta metodológica de utilidad para la planificación, formulación y evaluación de futuras inversiones, no solo en el ámbito energético, sino también en otras áreas clave del desarrollo institucional.

Al tratarse de una inversión en energía renovable en el principal puerto del país, la evaluación propuesta también busca generar lineamientos replicables para otros proyectos de energías limpias, fortaleciendo así las capacidades del sector público en materia de evaluación de proyectos.

4.1. Limitantes y riesgos

4.1.1. Limitantes del estudio

4.1.1.1. Acceso limitado a información institucional

Datos técnicos, financieros y operativos del proyecto de inversión realizada en Puerto Corinto, los cuales algunos estén dispersos en distintas áreas administrativas de EPN relacionadas con el proyecto, y/o no estar disponibles o sistematizados, lo que podría limitar la profundidad del análisis.

Para mitigar está limitante, se contempla complementar la información con encuestas a personal clave, revisión y articulación de documentos relacionados con el proyecto.

4.1.1.2. Restricciones metodológicas

Posibilidad que no se hayan definido indicadores en la formulación del proyecto, que sirvan para el seguimiento en el ciclo de vida del mismo para la evaluación ex post, lo que puede limitar la precisión en la medición de resultados.

Mitigación: Se aplicarán técnicas de evaluación cualitativa, análisis comparativo para validar hallazgos.

4.1.2. Riesgos del estudio

4.1.2.1. Riesgo de resistencia del personal

Posibilidad de resistencia del personal al proceso de evaluación, especialmente si los resultados revelan deficiencias en la gestión del proyecto.

Este riesgo se abordará con los involucrados con un enfoque de ejercicio académico, con oportunidad de aprendizaje para la mejora de los procesos del ciclo de vida de futuros proyectos.

4.1.2.2. Dependencia de información secundaria

En caso de no contar con datos técnicos completos, para el estudio se utilizará información secundaria y entrevistas con personajes claves, lo cual puede introducir sesgos. Se aplicarán mecanismos de validación y revisión por expertos para mitigar este riesgo.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

1. Proyecto de inversión

De acuerdo a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) lo define como:

Un proyecto de inversión es una decisión sobre el uso de recursos con el objetivo de incrementar, mejorar o mantener la producción de bienes o prestación de servicios y/o incrementar, mejorar, mantener o recuperar la capacidad de generación de beneficios. (CEPAL et al., 1997)

2. Ciclo de vida del proyecto y su relación con la evaluación ex post

El ciclo de vida de los proyectos inicia desde ideas de inversión hasta la operación o implementación, se distinguen tres etapas: preinversión, inversión y operación. Siendo de interés para el presente documento la fase de operación, el cual es el momento donde se pone en marcha de acuerdo a lo proyectado, es en este momento donde se inician a generar los beneficios estimados en la preinversión. De acuerdo Valdés citado en (Tuba, 2020, p.15):

El proceso de evaluación ex post no es solo la determinación del nivel de logro del proyecto respecto de sus objetivos, sino también, es un análisis del proyecto con recomendaciones en varios niveles: perfil del proyecto, su metodología de formulación, programación e implementación de los mismos, cuestión que muy rara vez se implementa.

3. Evaluación de los proyectos de inversión

Es la apreciación, valoración sistemática y objetiva sobre el diseño, la ejecución, la eficiencia, la efectividad, los procesos y resultados de un proyecto en ejecución o finalizado. La evaluación se realiza normalmente durante todo el ciclo de vida del proyecto, incluyendo varios años después de completada la ejecución.

4. Evaluación ex post: concepto y alcance

El ciclo de los proyectos no finaliza una vez que ha sido ejecutado y esté operando. Los proyectos se realizan en base a lo definido en la preinversión, lo cual tiene un grado de incertidumbre, siendo entonces la evaluación ex post parte del ciclo de vida del proyecto, que puede aportar certeza de lo previsto y lo realmente obtenido. Siendo

entonces la evaluación ex post según Guerrero citado en (CEPAL et al., 1997, p. 38-39).

La evaluación ex post es la actividad reflexiva y analítica que se aplica a lo largo del proceso de toma de decisiones, y cuyo propósito es examinar, tan sistemática y objetivamente como sea posible, las acciones pasadas en relación a objetivos bien definidos, los recursos empleados y logros obtenidos, y derivar las lecciones pertinentes para guiar a los tomadores de decisiones y mejorar actividades futuras.

En una evaluación ex post se confrontan los resultados del proceso de transformación de la realidad - tales como costos, productos y resultados con parámetros de juicio - objetivos planteados inicialmente para el proceso – de forma de obtener conclusiones sobre el margen de logro o fracaso alcanzado, inferir sus causas y realimentar los ciclos secuenciales del proceso.

4.1 Importancia de la evaluación ex post

De acuerdo a MEF del Perú la importancia de la evaluación ex post la define como:

Herramienta de aprendizaje y de gestión que promueve la mejora de todos los procesos del ciclo de inversión, desde la fase de programación multianual de inversiones, formulación, evaluación, ejecución y funcionamiento, para una adecuada toma de decisiones sobre el uso de los recursos públicos. Asimismo, permite determinar la contribución de la ejecución de inversiones al logro de los objetivos e impactos de las políticas públicas, además de la generación y sistematización de información que promueva una mejora permanente de la gestión de la inversión pública. (2021, p.7)

De acuerdo a lo definido anteriormente la evaluación ex post no debe confundirse con la auditoría, a como lo define Agencia de cooperación Internacional del Japón (JICA) y MEF:

Es importante señalar que la evaluación ex post no es sinónimo de control o fiscalización; se trata de analizar los resultados de los Proyectos de Inversión Pública y obtener lecciones aprendidas para mejorar la calidad de la inversión pública, así como proveer de información a las autoridades y población. (2012, p.14)

4.2 Temporalidad de la evaluación ex post

Las distintas metodologías consultadas, no coinciden con una sola definición del tiempo que se debe desarrollar la evaluación ex post una vez operando el proyecto, una de las más acertadas, relacionada con la madurez del proyecto a evaluar, y que se aproxima a los objetivos planteados, es la del Departamento Nacional de Planeación de Colombia:

Define como aquella evaluación que se realiza durante la operación del programa o proyecto, en el momento en que éste haya logrado un comportamiento normal, es decir, cuando se encuentre en funcionamiento en forma estable en cuanto a costos, efectos e impactos se refiere. (2004, p. 14)

La evaluación ex-post propiamente se realiza algunos años después de completada la implementación del proyecto, de acuerdo a la CEPAL, “resulta más conveniente realizarla una vez que el proyecto haya alcanzado madurez y esté operando en “forma normal”, es decir, generando beneficios y costos, efectos e impactos en régimen normal” (1997, p. 40).

4.3 Criterios de evaluación ex post

4.3.1 Pertinencia

Medida en que los objetivos de un proyecto son coherentes con las necesidades de los beneficiarios, contexto local, estrategias y políticas de la institución ejecutora.

4.3.2 Eficiencia

De acuerdo a Morín, & Alvarado: “es el grado en que las actividades se ejecutaron de acuerdo con los costos y los plazos establecidos y si los componentes se obtuvieron de acuerdo con su conceptualización inicial”. (2017 p.16-17)

4.3.3 Eficacia

Grado de cumplimiento del objetivo central del proyecto (metas físicas y financieras).

4.3.4 Lecciones aprendidas

Las lecciones aprendidas se generarán del análisis de los puntos fuertes, débiles y de las causalidades identificadas al evaluar los criterios de la evaluación ex post.

Una vez identificados los indicadores cuantitativos, se determinarán las lecciones aprendidas y recomendaciones tomando como base los hallazgos, áreas de oportunidad, fortalezas y debilidades identificadas en las diferentes

etapas, preinversión, ejecución y operación, que afectan el desempeño y resultados del proyecto (Alvarado & Morín, 2017).

4.3.4.1 Importancia de las lecciones aprendidas

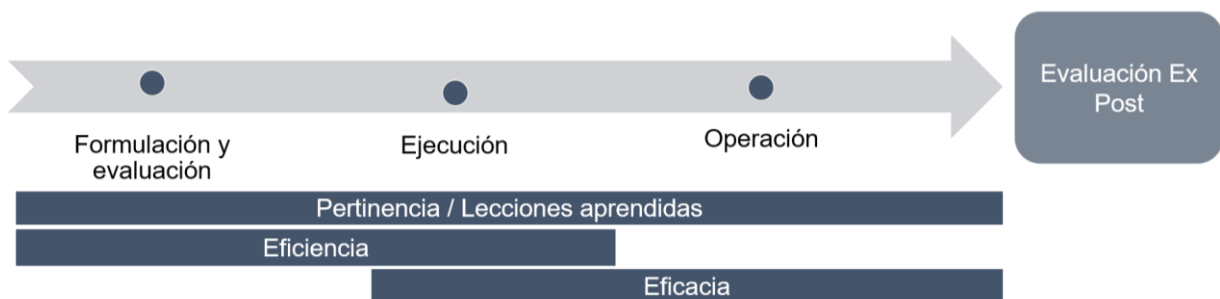
Sistematización de conocimiento el cual tiene las siguientes características:

- Ayudan a identificar factores de éxito para proyectos futuros.
- Identificar deficiencias que se puedan tener en la ejecución de los proyectos.
- Mejorar la toma de decisiones futuras.
- Identificar y resolver problemas que pudieran presentarse.

La Figura 2 representa la relación entre las fases del ciclo de vida del proyecto y los criterios de evaluación ex post, evidenciando como cada fase del ciclo de vida del proyecto aporta información para valorar la pertinencia, eficiencia, eficacia y lecciones aprendidas.

Figura 2

Ciclo de vida del proyecto y criterios de evaluación ex post



Nota: Elaboración propia

5. Clasificación de la evaluación ex post según metodologías latinoamericanas

Diversas instituciones de América Latina como el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú (MEF), el Departamento Nacional de Planeación de Colombia (DNP) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) han definido diferentes tipos de evaluación ex post según su momento de aplicación, propósito, profundidad metodológica y enfoque temático. A continuación, se describen los principales tipos, con base en dichas metodologías:

- Según el momento de aplicación

- Evaluación inmediata o temprana: Se realiza entre 1 y 2 años después de la operación del proyecto, permitiendo identificar resultados tempranos. (DNP, 2004; CEPAL et al., 1997).

- Evaluación de mediano plazo: Se efectúa entre 3 y 5 años luego de la puesta en marcha del proyecto, cuando ya se han consolidado algunos impactos. (CEPAL et al., 1997; MEF, 2021).

- Evaluación de largo plazo: Se realiza más allá de los 5 años de operación, enfocándose en impactos sostenibles. (CEPAL et al., 1997).

- **Según el propósito de la evaluación**

- Evaluación de resultados: Mide el cumplimiento de los objetivos planteados. (MEF, 2021).

- Evaluación de impacto: Analiza efectos esperados y no previstos, tanto positivos como negativos. (DNP, 2004; MEF, 2021).

- Evaluación de sostenibilidad: Determina la capacidad del proyecto para mantener sus beneficios a largo plazo. (JICA & MEF, 2012).

- Evaluación institucional o de gestión: Evalúa el uso de recursos, capacidades institucionales y eficiencia en la ejecución. (MEF, 2021).

- **Según el nivel de profundidad**

- Evaluación rápida o de diagnóstico: Utiliza datos secundarios y revisión básica para una toma de decisiones rápida. (MEF, 2021).

- Evaluación intermedia: Incluye revisión documental y encuestas, permitiendo análisis más integral. (JICA & MEF, 2012).

- Evaluación rigurosa o técnica: Usa métodos contrafactuales y econométricos con alta exigencia técnica. (CEPAL et al., 1997; MEF, 2021).

- **Según el enfoque temático**

- Evaluación técnica: Verifica la implementación y funcionamiento de los componentes físicos del proyecto. (Rodaenergía, 2022).

- Evaluación económica-financiera: Mide la rentabilidad real y uso eficiente de recursos financieros. (Morín & Alvarado, 2017).

- Evaluación ambiental: Considera los efectos ambientales directos e indirectos. (JICA & MEF, 2012).

- Evaluación social: Analiza beneficios percibidos, equidad y aceptación comunitaria. (DNP, 2004).

6. Proyecto de generación fotovoltaica

Es una inversión que busca transformar la radiación solar en electricidad mediante paneles fotovoltaicos. Con el aprovechamiento de la energía solar, los puertos favorecen su independencia energética, reducen gastos de facturación, y mitigan el impacto al medio ambiente.

6.1 Sistemas Fotovoltaicos de Generación

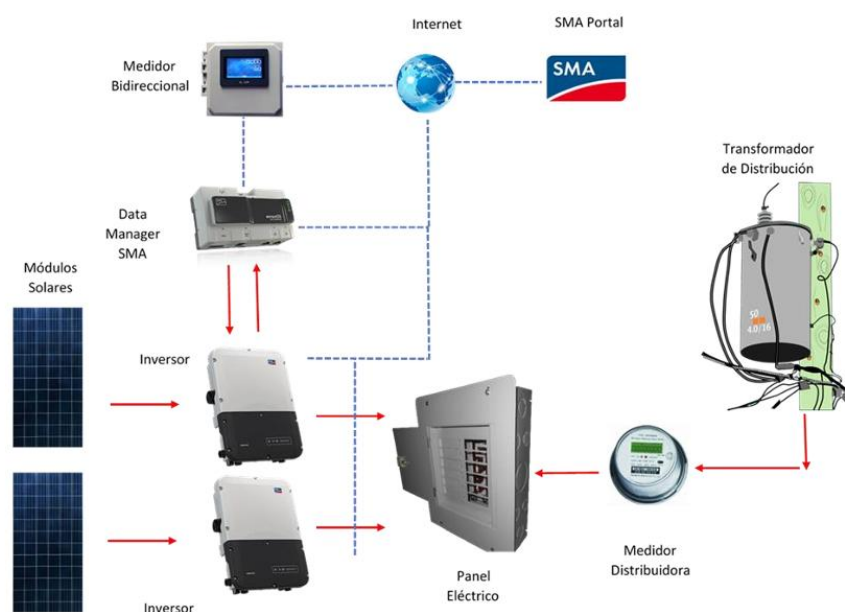
Se define como sistema fotovoltaico el conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren para captar y transformar la energía solar.

6.2 Sistema fotovoltaico con inyección directa

En este sistema se dispone de un sistema conectado directamente con el sistema eléctrico de la propia empresa, permitiendo el consumo inmediato de la energía. Fototrace (2024). En la siguiente Figuras se muestra el esquema de sistema solar fotovoltaico de inyección directa.

Figura 3

Flujo de conexión sistema solar fotovoltaico de inyección directa



Fuente: Adaptado de Perfil de proyecto de generación de energía fotovoltaica, por EPN, 2020, p.10

6.3 Términos utilizados en energía fotovoltaica

De acuerdo a Sotysolar (2023) define los siguientes términos:

- **Kilovatio (kW):** Unidad de medida de la potencia utilizada comúnmente en la energía fotovoltaica, es la cantidad de energía eléctrica que puede producir una instalación solar en un momento determinado.
- **Kilovatio hora (kWh):** Unidad de medida de la energía eléctrica. El kilovatio hora se utiliza comúnmente para medir la cantidad de energía que un sistema fotovoltaico produce o consume a lo largo del tiempo.
- **Relación kWh/kW:** En sistemas fotovoltaicos se refiere a la cantidad de energía (kWh) generada por cada kilovatio (kW) de potencia instalada, típicamente en un periodo de un año.
- **Kilovatio pico (kWp):** Unidad de medida de la potencia de un sistema fotovoltaico en condiciones estándar de prueba. Se utiliza para medir la capacidad máxima de generación de energía eléctrica de una instalación solar bajo condiciones ideales.
- **Irradiancia solar (kW/m²):** Es la potencia radiante incidente por unidad de superficie sobre un plano dado.

6.4 Indicadores clave en proyectos de energía fotovoltaica

(Blu Banyan, s/f) los indicadores ayudan a tener una visión clara del desempeño de un proyecto, suministran información para anticipar inconvenientes y tomar medidas correctivas para prevenirlos:

6.4.1 Indicador de costos

Seguimiento al costo total del proyecto en relación con el presupuesto. Se puede dar seguimiento registrando el porcentaje del presupuesto gastado a medida que avanza el proyecto.

6.4.2 Indicador de planificación

Seguimiento a los avances de acuerdo a lo previsto, identificar posibles retrasos, y tomar las medidas correspondientes. Se puede dar seguimiento de los hitos del proyecto, o registrar el número de días que tarda cada tarea en completarse.

6.4.3 Indicadores operativos del sistema solar fotovoltaico:

- Rendimiento del sistema fotovoltaico: producción de energía producida por el sistema solar fotovoltaico. Sirve para identificar problemas con el sistema y tomar acciones para la mejora del rendimiento.
- Tiempo de actividad del sistema solar: tiempo que el sistema solar fotovoltaico está operativo.
- Confiabilidad del sistema solar: número de fallos que ocurren en el sistema solar en un tiempo definido.
- Costos de mantenimiento: costos asociados con el mantenimiento del sistema solar fotovoltaico

6.4.4 Indicadores financieros:

- Retorno de la inversión (ROI)
Se refiere al retorno financiero que se obtiene de la inversión realizada en la instalación de un sistema fotovoltaico. Básicamente, el beneficio se obtiene restando los costos operativos anuales (mantenimiento, etc.) de los ingresos anuales (ahorro en factura, energía vendida), y el costo es la inversión inicial total (módulos, inversor, instalación, etc).
- **Valor actual neto (VPN):** Determina si una inversión es viable al comparar el valor actual de los flujos de efectivo esperados con la inversión inicial. Considera la pérdida de valor del dinero con el tiempo (inflación, costo de oportunidad).
- **Tasa interna de retorno (TIR):** Determina el valor temporal del dinero, mostrando la tasa de crecimiento anual de la inversión como si se obtuviera la misma tasa todos los años.
- **Coeficiente de rendimiento, por sus siglas en inglés Performance Ratio (PR):** de acuerdo a Alonso (2025) es una medida que evalúa la eficiencia con la que un sistema fotovoltaico convierte la radiación solar en energía eléctrica. Se expresa en porcentaje y refleja la relación entre la energía efectivamente generada por el sistema y la energía que teóricamente podría haberse generado bajo condiciones estándar de medida.

En la Tabla 1 se presentan los principales indicadores de proyectos fotovoltaicos:

Tabla 1

Principales indicadores en proyectos de fotovoltaicos

Indicador	Definición	Unidad
Generación fotovoltaica	Energía producida anualmente por el sistema solar	kWh/año
Consumo de red	Energía usada de la red	kWh/año
Reducción consumo red	Ahorro de energía al dejar de consumir de la red	kWh/año
Reducción emisiones de Gases Efecto Invernadero anual	Dióxido de Carbono (CO ₂) evitado al sustituir energía fósil por solar	Ton CO ₂ /año

Nota: Elaboración propia

6.5 Ventajas de los sistemas fotovoltaicos

De acuerdo a MHCP (2012b, p. 23):

- No requiere tendido de red de transmisión.
- La energía se produce en el lugar donde se consume.
- No consume combustible.
- No tiene partes mecánicas en movimiento ni sometidas a desgaste.
- Son totalmente silenciosos.
- Resisten condiciones extremas de temperatura, viento y humedad.
- La vida útil de los módulos fotovoltaicos es superior a los 20 años en condiciones normales de uso.
- Es modular, lo que permite aumentar potencia instalada sin interrumpir el funcionamiento del generador.
- Alta confiabilidad y mínimo mantenimiento.

7. Proyectos de inversión fotovoltaica en Nicaragua

El Gobierno de Nicaragua ha realizado valiosos esfuerzos para la transición en la matriz energética, de acuerdo al Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (2021) el sector energético ha sido uno de los de mayor dinamismo y que más avances ha

presentado en los últimos 14 años, garantizando un suministro eléctrico estable y confiable que permita oportunidades de desarrollo (p.75).

La estrategia de fortalecer la matriz energética con fuentes renovables es una medida para garantizar la autonomía energética, actualmente en Nicaragua, de acuerdo a Empresa Nicaragüense de Transmisión Eléctrica (ENATREL, 2025) a junio del presente año reporta un aprovechamiento de fuentes de energía renovable de un 74.51% de la matriz energética, la energía solar representa un 0.91% en el total de renovables.

De acuerdo a Informe Pastran se encuentran instalados aproximadamente 30 Megavatios (MW) instalados en plantas solares, 80 MW en sistemas individuales de viviendas, instituciones y el sector agropecuario, para el 2025-2026, se proyecta alcanzar cerca de 250 MW de generación solar (2025).

En las revisiones de la información disponible en la web no se encontró recursos consolidados relacionados a las inversiones que realizan como parte del fortalecimiento de las instituciones públicas para generar energía renovable para sus propias cedes. Sin embargo, son visibles las inversiones que se vienen realizando, un ejemplo es que desde el año 2021 el edificio principal de ENATREL:

Se construyó una planta solar moderna con capacidad instalada de 441 kW, lo que representa un ahorro superior al 40% del consumo total de energía del edificio. El sistema de iluminación perimetral del edificio, funciona con luminarias solares led. (2021)

Y más reciente el proyecto icónico desarrollado por la Empresa Nicaragüense de acueductos y alcantarillado (ENACAL), 2025 denominados ENESOLAR, el cual consiste en generación de energía solar para alimentación de sistemas de bombeo municipales en Matagalpa, León y Masaya, esto como parte de las estrategias de sostenibilidad de los sistemas de agua y saneamiento a nivel nacional. (2025)

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

1. Área de localización del estudio

El presente estudio se desarrolló en el municipio de Corinto, ubicado en el departamento de Chinandega, Nicaragua, en tres recintos propiedad de la Empresa Portuaria Nacional, Administrado por Puerto Corinto: Ante Puerto Punta Icaco (APPI-1), Ante Puerto Punta Icaco II (APPI -2), y el recinto Portuario Administración Puerto Corinto (APC), sitios donde se realizaron las inversiones en energía fotovoltaica.

Figura 4

Macro y micro localización de Ante Puertos Punta Icaco I, Ante Puerto Punta Icaco II, y Puerto Corinto



Nota: Elaboración propia

2. Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o período

Se realizó estudio del tipo documental, dado que se revisó y evaluó la información disponible durante del ciclo de vida del proyecto, de la etapa de formulación a la puesta en marcha del sistema fotovoltaico.

Así mismo, el estudio a desarrollar tiene un enfoque mixto; enfoque cuantitativo orientado a medir el cumplimiento de objetivos, metas físicas y financieras, eficiencia en el uso de recursos, así como enfoque cualitativo orientado en identificar percepciones de los actores involucrados y extraer lecciones aprendidas.

3. Población, muestra

La población para el presente estudio incluye a 3 directivos y 3 personal de taller eléctrico involucrados en el diseño, ejecución y operación del Proyecto. En la Tabla 2, se detallan los cargos.

Tabla 2

Muestra del estudio

Directivos	Personal taller eléctrico
Gerente	Jefe de taller eléctrico
Vice Gerente	Responsable de control técnico
Director de Ingeniería y mantenimiento	Asistente técnico

Nota: Elaboración propia

3.1. Tipo de muestra y muestreo

Se empleará muestreo por criterios, seleccionando al personal con conocimiento significativo del proyecto, a como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Criterios de muestreo

Población	Criterios
Directivos	Personal directivo que ha estado involucrado desde la formulación, haber sido tomador de decisión, tener acceso a información técnica/financiera relevante.
Técnicos	Personal operativo del proyecto involucrado en la formulación, ejecución, y/o seguimiento al proyecto, tener acceso a información de operación y mantenimiento.

Nota: Elaboración propia

3.2. Técnicas e instrumentos de la investigación

3.2.1 Revisión documental

Informe de formulación del proyecto, términos de referencia, actas de evaluación y adjudicación, contratos de suministro e instalación, registros de operación (horas de funcionamiento, producción kWh), informe de evaluación presentado para la postulación al Premio a la Producción más Limpia, entre otros. Los datos se complementarán con entrevistas si hay inconsistencias o falta de información.

3.2.2 Encuestas semiestructuradas

Está se realizará a seis personas clave. La guía de encuesta incluirá preguntas mixtas, combinando respuestas de si/no, y opción abierta para comentarios. La encuesta incluirá secciones sobre: formulación y expectativas iniciales, desafíos durante ejecución, desempeño real vs. esperado, pertinencia actual del proyecto, y lecciones aprendidas.

Los formatos de las encuestas aplicadas se encuentran en el Anexo 4 (Encuestas a personal técnico) y Anexo 5 (Encuesta personal directivo).

3.3. Diseño

3.3.1. Recolección de Datos

3.3.1.1. Análisis del ciclo de vida del proyecto

En base a la información de la formulación del proyecto se realizó verificación comparativa de los documentos y productos para cada fase del ciclo de vida del

proyecto (perfil, estudio de factibilidad, contratos, cronograma, informes de avance, informes de cierre, entre otros), para evaluar si cumple con los alcances mínimos que deben tener la formulación, la ejecución y operación.

3.3.1.2. Criterios de la evaluación ex post

Los criterios de la evaluación ex post a ser evaluadas, se le asignara valores en base a las variables establecidos para el proyecto, así como los incorporados por la autora, por considerarlo relevante en base a la información disponible del proyecto y lo definido en el marco teórico, comparándolos con los alcanzados al quinto año de ejecución. A continuación, se describen para cada criterio de evaluación las variables:

3.3.1.2.1. Pertinencia

Se realizará en base a la revisión documental contraste del objetivo del proyecto con las políticas, planes sectoriales (JICA & MEF, 2012)., entre otros, así como las encuestas a los involucrados:

- Relevancia cuando fue declarado viable el proyecto
- Relevancia durante la evaluación ex post
- Satisfacción de los beneficiarios del proyecto

3.3.1.2.2. Eficiencia

La eficiencia se evaluará relacionando los recursos utilizados con los beneficios obtenidos:

- Tiempo ejecución del componente
- Ejecución presupuestaria

3.3.1.2.3. Eficacia

Para evaluar el grado en que se alcanzaron los objetivos del proyecto se evaluara lo siguiente:

- Módulos Fotovoltaicos
- Potencia instalada Sistema Fotovoltaico
- Energía promedio autogenerada mensual
- Porcentaje de ahorro de consumo de energía
- Periodo de recuperación de la inversión

3.3.1.2.4. Lecciones aprendidas

Las lecciones aprendidas se empleará un enfoque de triangulación metodológica que combina el análisis de variables de evaluación, la revisión documental del proyecto, la percepción del personal técnico y directivo recabada mediante encuesta virtual, así como la valoración de la autora.

La evaluación de este criterio se realizará a partir de las siguientes variables:

- Identificación y sistematización de prácticas replicables
- Clasificación de factores críticos de éxito o de obstáculo
- Generación de recomendaciones.

3.4. Criterios de calidad: credibilidad, confiabilidad

Para asegurar la calidad del estudio se aplicarán los siguientes criterios:

3.4.1.1. Credibilidad

Se garantizará mediante la triangulación de fuentes (documentos, encuestas, datos operativos), validación de información con actores clave (JICA & MEF, 2012).

3.4.1.2. Confiabilidad

Se alcanzará a través de procedimientos sistemáticos en la recolección y análisis de datos, y la documentación de cada etapa del proceso evaluativo. Las encuestas seguirán guías semiestructuradas para garantizar replicabilidad.

Estos criterios permitirán que los resultados reflejen de forma veraz la situación del proyecto y que puedan ser reproducibles bajo condiciones similares.

3.5. Operacionalización de variables

La aplicación de las variables y/o indicadores definidos en este diseño metodológico estará sujeta a la disponibilidad, calidad de la información documental y técnica obtenida durante el estudio. La matriz completa de operacionalización de variables e indicadores se presenta en el Anexo 2.

4 Análisis de datos

4.1 Análisis Cuantitativo

Para el análisis de las variables y criterios de la evaluación ex post cuantitativas se calcularán promedios, porcentajes, comparando los indicadores reales con los planificados.

4.2 Análisis Cualitativo

Análisis temático, se desarrolló encuestas con respuestas abiertas. Se realizará análisis de contenido en documentos del proyecto para verificar los alcances establecidos en el ciclo de vida del mismo.

4.2.1 Encuestas preguntas abiertas

Se aplicará análisis temático para identificar patrones en las percepciones, experiencias del personal directivo y técnico. Identificación de temas recurrentes, clasificación por frecuencia e importancia, mención de buenas prácticas, obstáculos y recomendaciones clave, entre otros.

En base a la información de las encuestas se podrá contrastar resultados entre lo esperado (documentación del proyecto) y lo percibido por los grupos, así como interrelacionar las respuestas entre niveles jerárquicos para detectar diferencias/similitudes.

4.2.2 Encuesta preguntas cerradas

Se analizará frecuencias absolutas y relativas de cada respuesta (Sí/No) para detectar tendencias generales. Cruces de variables entre grupos (directivos vs. técnicos) para identificar similitudes y divergencias en percepción.

4.2.3 Operacionalización de los criterios de evaluación ex post

4.2.4 Matriz de verificación documental

La revisión documental del proyecto se ingresó en una matriz identificando el documento revisado, la etapa del proyecto, y una valoración de la autora en relación al cumplimiento de alcances establecidos en metodologías, a como se observa en la Tabla 4. La matriz detallada de verificación documental, que incluye la valoración de cada documento revisado, se puede consultar en el Anexo 1.

Tabla 4

Matriz análisis de verificación documental del ciclo de vida del proyecto

Información primaria del proyecto	Fase del Proyecto			Valoración de los alcances
	Formulación	Ejecución	Operación	

Nota: Elaboración propia

4.2.5 Variable del cumplimiento del perfil de proyecto

Haciendo uso de la Guía de contenido estándar de las propuestas de iniciativas de inversión pública a nivel de perfil de acuerdo al MHCP (2012a), se construyó matriz que permite evaluar el cumplimiento en base al alcance del proyecto en estudio.

Para verificar se separaron los apartados correspondientes a formulación, ejecución, y operación del proyecto en ítems, se identificaron niveles de cumplimiento en base a la información obtenida, los niveles se clasifican de 1 a 3, con colores asignados para que sea ilustrativa, lo cual se detalla a continuación:

Tabla 5

Nivel de cumplimiento en base a la información obtenida del perfil del proyecto

1	No presenta información sobre el requerimiento
2	Requerimiento se aborda parcialmente
3	Requerimiento totalmente abordado

Nota: Adaptado de *Estudio evaluación Ex Post de mediano plazo a proyectos de suministro eléctrico por sistemas de autogeneración* por Rodaenergía, 2022, p. 19.

4.2.6 Criterios de evaluación ex post

Por cada Criterio a evaluar: pertinencia, eficacia, eficiencia y lecciones aprendidas se han definido variables a como se estableció en el ítem 3.2.3.2 criterios de la evaluación ex post. Estos serán analizados y evaluados adaptando la metodología desarrollada por Estrada & Pastora (2022), p. 60-62. En base a la información recopilada del proyecto se seleccionaron los indicadores:

Tabla 6

Indicadores por criterio

Criterios de evaluación ex post	Cantidad de indicadores
Pertinencia	3
Eficiencia	2
Eficacia	5
Total	10

Nota: Elaboración propia

La evaluación para los criterios cuantitativos con sus respectivas variables se desarrolló de la siguiente manera:

Tabla 7

Matriz de análisis de criterio de evaluación

Sede	Criterio de evaluación	variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
					Método de evaluación	

Nota: Adaptado de *Estudio evaluación Ex Post de mediano plazo a proyectos de suministro eléctrico por sistemas de autogeneración* por Rodaenergía, 2022, p. 62.

Cada variable será evaluada en base a sus características cualitativas o cuantitativas, así como los resultados de la revisión documental, resultados de las encuestas, y criterio de la autora, y con esto lograr obtener resultados confiables.

Para obtener información comparable se asignó valores a las variables analizadas, asignando un valor numérico, para poder establecer un estándar similar para la evaluación de los distintos criterios.

Tabla 8

Escala de valores de las variables

Calificación por cada variable	Puntaje
Muy satisfactoria	5
Satisfactoria	4
Parcialmente satisfactoria	3
Insatisfactoria	2
Muy insatisfactoria	1

Nota: Tomado de *Evaluación Ex Post del Proyecto de Mejoramiento de la Carretera La Garita - Empalme Tipitapa [Tesis de maestría]*, por Estrada & Pastora, 2022, p. 61.

Posterior a evaluar las variables de cada criterio se promedió para obtener el valor global del criterio.

Tabla 9

Calificación de variables por cada criterio

Criterio de evaluación ex post	Calificación	Puntaje por criterio
Pertinencia		
Eficiencia		
Eficacia		
Total		

Nota: Adaptado de *Estudio evaluación Ex Post de mediano plazo a proyectos de suministro eléctrico por sistemas de autogeneración* por Rodaenergía, 2022, p. 60.

El puntaje final para cada variable se aplicó después de evaluar todos los indicadores, se promedió para obtener un valor global para determinar el grado de éxito del proyecto, para lo cual se asignó una escala a como se detalla a continuación:

Tabla 10

Escala de valores globales del proyecto

Calificación	Puntaje
Muy alto / excelente	5
Alto / satisfactorio	4
Medio / aceptable	3
Bajo / insatisfactorio	2
Muy bajo / deficiente	1

Nota: Elaboración propia

4.3 Procedimientos analíticos aplicados

Para garantizar una evaluación integral y objetiva, se aplicaron procedimientos analíticos mixtos, integrando técnicas cuantitativas y cualitativas, con el fin de triangular la información y validar los hallazgos.

4.3.1 Técnicas Cuantitativas

- Cálculo de variaciones porcentuales y absolutas, comparándose valores programados vs. ejecutados para cada variable.
- Escala de valoración unificada: todas las variables fueron evaluadas con escala numérica del 1 al 5, en la Tabla 8, la cual fue aplicada de manera consistente en las tablas de resultados.
- Ponderación de criterios: cada criterio (Pertinencia, Eficiencia, Eficacia, Lecciones Aprendidas) fue evaluado a través de sus variables, y el puntaje final por criterio se obtuvo mediante el promedio simple de las calificaciones de sus variables.
- Cálculo del valor global del proyecto: se promediaron los puntajes de los cuatro criterios para obtener una calificación global, utilizando la escala de la Tabla 10.

Con estos se permitió realizar una medición estandarizada y comparable, facilitando la identificación de desviaciones y el grado de cumplimiento de los objetivos.

4.3.2 Técnicas Cualitativas

- Análisis temático: se aplicó a las respuestas abiertas de las encuestas, identificando patrones, percepciones y factores recurrentes.
- Triangulación metodológica: se cruzaron los resultados documentales, los datos cuantitativos y las percepciones de los actores para validar y enriquecer los hallazgos.
- Matriz de verificación documental: se utilizó para evaluar el cumplimiento de los requisitos metodológicos en la formulación del proyecto, de acuerdo a las Tablas 4 y 5.

Estas técnicas permitieron capturar la complejidad del contexto operativo y las percepciones de los actores, enriqueciendo el análisis con datos no cuantificables.

4.4 Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información y sistematización de la información cuantitativa y cualitativa se utilizará el paquete de programas de Microsoft Office, destacando Microsoft Excel y Microsoft Word.

CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1. Ficha Técnica del Proyecto

Tabla 11 *Ficha Técnica del Proyecto*

Nombre del proyecto	Suministro e instalación de sistemas de generación de energía fotovoltaica para las Administraciones Portuarias Corinto, El Rama, Sandino, Puerto Salvador Allende y Oficinas Central.
Descripción del proyecto	Suministro de energía eléctrica de forma directa a la red de las instalaciones del Puerto (en cada localidad), por medio del equipo de seccionamiento que conectará el alimentador principal de energía de la planta fotovoltaica con el punto de conexión del sistema eléctrico de cada puerto, concebido para asumir parcialmente el consumo de energía eléctrica durante las horas diurnas hasta por un periodo máximo de cinco horas, no se considera instalación de sistema de respaldo de baterías, sino que son sistema de inyección directa.
Institución responsable	Empresa Portuaria Nacional
Sector y subsector	Transporte y Logística - Marítimo Portuario
Descripción del financiamiento del proyecto	Financiamiento externo
Valor inicial del contrato	USD 938,400 sin impuesto sobre el valor agregado
Fecha de firma del contrato	16 de abril del 2020.
Plazo inicial de acuerdo al contrato	6 meses contados a partir de la orden de inicio por el adquiriente.
Fecha de inicio	21 de abril 2020 de acuerdo a la orden de inicio

Nota: Elaboración propia

1.1 Alcances del componente objeto de estudio

Tabla 12

Alcances del Proyecto de inversión fotovoltaica en Puerto Corinto

Componente del proyecto a evaluar en el presente estudio	Suministro e instalación de sistemas de generación de energía fotovoltaica en la Administración Portuaria Corinto, Ante Puerto Punta Icaco I y Ante Puerto Punta Icaco II
Objetivo General	Reducir los costos de energía en facturación mensual, a través de instalación de módulos fotovoltaicos que cubrirán la demanda de energía eléctrica por un periodo de 5 horas con un ahorro de más de un 30% de la facturación mensual por servicio de electricidad, con un retorno de 5 años.
Valor inicial del componente	USD 501,400.00 sin IVA
Irradiancia solar anual en el plano horizontal	2,226.09 kWh/m ²

Nota: Elaboración propia

1.2 Indicadores y metas del componente de estudio

Tabla 13

Indicadores y metas del componente de estudio

Indicadores	Unidad de medida	Meta		
		APC	APPI I	APPI II
Potencia nominal del Sistema solar Fotovoltaico	kW	400	20	16
Energía autogenerada producida mensual	kWh/mes	60,000	3,000	2,400
Ahorro promedio anual con auto generación	USD/año	192,240.00	10,220.40	6,624.00

Indicadores	Unidad de medida	Meta		
		APC	APPI I	APPI II
Ahorro promedio anual	%	34	45	39
Periodo de recuperación de la inversión	Años	5 años		

Nota: Elaboración propia

2. Contexto energético de Puerto Corinto

Al año 2020 Puerto Corinto, tiene contratado servicio con la concesionaria de Distribuidora de Electricidad del Norte, S.A. (DISNORTE), Puerto Corinto cuenta con 15 medidores correspondientes a las distintas sedes ubicadas en el municipio de Corinto, cada una cuenta con Número Identificador de Servicio (NIS), distintas tarifas y potencias contratadas, los correspondientes a las sedes del presente estudio se detallan a continuación:

- Puerto Corinto con NIS 2191570 tiene contratado una tarifa T-2D General mayor con tarifa bionomía sin medición horaria estacional, con 400 kW de potencia.
- APPI I con NIS 2767100 tiene contratado una tarifa T-1BT General menor monomía, con 25 kW de potencia.
- APPI II con NIS 2245166 tienen contratado una tarifa T-3BT Industrial menor monomía, con 20 kW de potencia.

En consumo y facturación estas 3 acometidas con identificación NIS especificado anteriormente representan las de mayor consumo energético.

De acuerdo lo establecido en el Perfil del Proyecto de EPN (2020), se calculó el histórico de consumo tomado de la facturación mensual del año 2019, se presenta en la Tabla 12 las necesidades energéticas requeridas para el proyecto:

Tabla 14*Necesidades energéticas por sede*

Indicador	APC	APPI I	APPI II
Demanda de potencia promedio	445 kW	21.67 kW	19 kW
Consumo de energía	175,537 kW/mes	6,732 kW/mes	6,236 kWh/mes
Costo de energía mensual	46,892.86 USD	1,908.86 USD	1,423.30 USD
Costos de energía anual	562,714.26 USD	22,904.07 USD	17,079.55 USD
Costo promedio de la energía	0.2670 USD/kWh	0.2839 USD/kWh	0.2300 USD/kWh

Nota: Elaboración propia

En estas tres acometidas de mayor consumo en el año de referencia el año 2019, para proyección de la demanda y costos energéticos se tuvo un promedio de facturación anual aproximada de 602,697.88 USD.

De acuerdo a EPN (2023):

Puerto Corinto diseñó como parte integral del Plan de Desarrollo Portuario (PDP) 2015-2020, se planteó reducir el consumo energético con un enfoque en las acometidas de mayor consumo, esto como parte de la estrategia de aumento de la competitividad portuaria, bajo un enfoque amigable al medio ambiente. Se definió el objetivo estratégico “producción de energía limpia, verde y sostenible” con sus correspondientes indicadores claves de desempeño, los cuales reflejan la consecución de las actividades, sirviendo como herramienta de control y de toma de decisiones a la hora de realizar inversiones o modificaciones en las actividades operativas. Los indicadores claves de desempeño son: Demanda máxima (kW), Consumo de energía (kWh) y el valor del costo del kWh y el impacto ambiental por reducción de toneladas de CO₂.

En años anteriores al 2020, la Administración Portuaria de Corinto detectó diversas manifestaciones de consumos excesivos de energía eléctrica en sus instalaciones, lo cual se vio reflejado mes a mes en los kilowatts horas

consumidos; esto permitió la búsqueda de nuevas alternativas de producción de energía a partir de una fuente de generación amigable con el medio ambiente, con el objetivo de reducir el consumo energético de la red y así mismo disminuir la cantidad de CO₂ que se emite a la atmosfera por kWh consumido.

(p. 3)

3. Aspectos generales del ciclo de vida del proyecto

El componente del proyecto objeto de estudio se denominó “Proyecto de inversión fotovoltaica en Puerto Corinto”, ejecutado por la Empresa Portuaria Nacional (EPN), inicialmente a financiarse con fondos de banca privada.

Este fue formulado por personal a nivel central (sede en Managua), de la Dirección Portuaria Nacional, está de acuerdo a sus competencias identifica necesidades, diseña proyectos, participa en los procesos de licitación, y supervisa la ejecución de los mismos para la mejora y competitividad de los puertos.

El contrato inicial fue firmado el 16 de abril de 2020 por un monto total de USD 938,400.00 sin Impuesto sobre el Valor Agregado (IVA), estableciendo un plazo de ejecución de seis meses a partir de la aprobación de diseños y orden de inicio. La orden de inicio fue emitida el 21 de abril de 2020, marcando el comienzo formal del proyecto. El valor específico del componente en Corinto ascendió a USD 501,400.00 sin IVA.

La inversión para Puerto de Corinto representó el 56% de la inversión total del proyecto, y se distribuyó en tres sedes:

- Sede principal de la Administración Portuaria Corinto (APC)
- Ante Puertos Punta Icaco I (APPI I)
- Ante Puertos Punta Icaco II (APPI II).

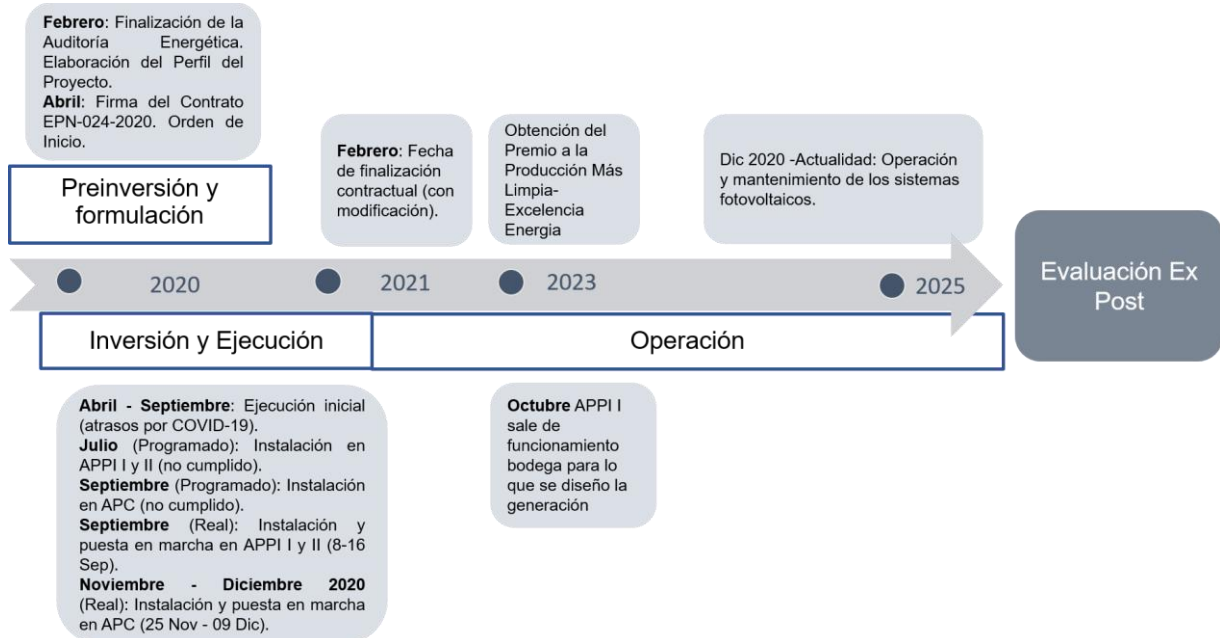
El objetivo general del proyecto fue reducir los costos de energía en facturación mensual mediante la instalación de módulos fotovoltaicos que garantizaran una cobertura parcial de la demanda eléctrica en horarios diurnos. Se planteó un ahorro superior al 30% de la facturación mensual para cada sede, con un periodo de retorno de la inversión estimado en cinco años.

En términos técnicos, el diseño contempló un sistema de inyección directa a la red de las instalaciones, sin incluir respaldo en baterías. Los resultados esperados en el

componente de Puerto Corinto se definieron en función de indicadores de potencia instalada, energía mensual proyectada, costos promedio de autogeneración y porcentaje de ahorro esperado.

Figura 5

Línea de tiempo del Proyecto de estudio



Nota: Elaboración propia

La información evaluada del proyecto para el presente estudio corresponde al periodo del año 2020 a mayo 2025. Para este estudio se revisaron los principales documentos asociados a cada etapa, tales como: el perfil de proyecto, términos de referencia, contrato y sus modificaciones, informes de avance de obra, actas de recepción, registros de operación disponibles.

Tabla 15*Información del componente evaluado*

Información primaria del proyecto	Fase del Proyecto		
	Formulación	Ejecución	Operación
Informe de Diagnóstico Energético. Nivel I: Auditoria Energética	✓		
Perfil del proyecto	✓		
Términos de referencia del proyecto	✓		
Oferta técnica	✓		
Acta de evaluación y recomendaciones de ofertas	✓		
Contrato EPN-024-2020	✓		
Orden de inicio		✓	
Cronograma de ejecución de Contrato EPN-024-2020		✓	
Justificación técnica solicitud de legalización de acuerdo suplementario No.1 Proceso contrato EPN-024-2020		✓	
Solicitud de modificación de ampliación de Contrato EPN-024-2020		✓	
Justificación técnica. Modificación Contrato No.1		✓	
Modificación No.1 Contrato EPN-024-2020		✓	
Cronograma de instalación APPI I y APPI II		✓	
Acta de recepción parcial No. 3		✓	
Pago avalúo No. 3		✓	
Acta de recepción parcial No. 4		✓	
Pago avalúo No. 5		✓	
Informe de Postulación al Premio Nacional a la Producción Más Limpia. Proyecto-Integración de Energía Renovable en Puerto Corinto			✓
Informe de facturación de Departamento Eléctrico APC a mayo 2025			✓

Nota: Elaboración propia

- **Formulación:** A inicios de febrero 2020 se finalizó auditoria energética a Puerto Corinto, donde se realizó análisis del consumo energético y oportunidades de reducción en consumo y facturación, esto sirvió de base para la elaboración del perfil de proyecto, específicamente para los alcances de Puerto Corinto, en este se realizó análisis del consumo energético de referencia, establecimiento de metas de generación y ahorro de facturación en proyectada con la instalación del sistema solar fotovoltaico. Se contemplo financiar el proyecto a través de préstamo con la banca privada.

El proyecto fue formulado por Especialista Eléctrico de la Dirección Portuaria Nacional, a nivel de la sede central de EPN. En esta se elaboró el perfil de proyecto, términos de referencia, evaluaciones técnicas al momento de la presentación de ofertas, y seguimiento al cumplimiento de lo contratado.

- **Ejecución:** En abril 2020 se firmó el contrato EPN-024-2020 por USD 938,400.00 sin IVA con un plazo inicial de 6 meses. La orden de inicio se emitió el 21 de abril 2020.

Se adjudico a la empresa Ecosolar Energy, servicio llave en mano que incluyo la adquisición e instalación de paneles fotovoltaicos, inversores y obras complementarias en las tres sedes de Puerto Corinto.

Se realizo modificación al contrato el cual incluyo la modificación del monto ajustado a USD 1,069,160 con IVA incluido, esto debido a que EPN decidió realizar la inversión con fondos propios, debiendo asumir los impuestos, en la misma modificación se otorgó una ampliación de 4 meses adicionales, debido atrasos en la cadena logística y de suministros debido a la pandemia por Coronavirus (COVID-19), para un total de 10 meses, finalizando en febrero 2021. Se realizaron las instalaciones en las sedes APPI y APC, con actas de recepción y pagos parciales.

- **Operación:** la puesta en marcha de APPI I y APPI II se realizó en septiembre, y en el caso de APC se realizó entre noviembre y diciembre, todos en el año 2020. Una vez puesto en marcha lo relacionado a la operación y mantenimiento (incluido los costos) fueron asumidas por Puerto Corinto.

En el año 2023 se elaboró Informe de Postulación al Premio Nacional a la Producción Más Limpia titulado Proyecto-Integración de Energía Renovable en Puerto Corinto, en el cual se demostró que la inversión realizada en la sede APC (únicamente) era viable, este documento con una estructura establecida demostraba a nivel de metas financieras, y de sostenibilidad ambiental que la inversión representaba un impacto positivo al puerto.

Tabla 16

Nivel de cumplimiento del contenido del Perfil del Proyecto

Organización y contenido del documento a nivel de perfil			Cumplimiento	
Formulación	1	Introducción	1	
	2	Objetivos de la iniciativa	2	
	3	Antecedentes	3	
	4	Justificación	1	
	5	Identificación de la iniciativa	Diagnóstico del área de influencia	1
	5.1		Identificación de amenazas	1
	5.1.1		Diagnóstico de los involucrados	3
	5.2		Diagnóstico del servicio	3
	5.3		Identificación de la problemática	3
	5.4		Problema central	3
	5.4.1		Causas y efectos	1
	5.4.2		Identificación de los objetivos	3
	5.5		Objetivo Central	3
	5.5.1		Medios y Fines	1
	5.5.2		Alternativas de solución	3
	6		Formulación de la iniciativa	Análisis de demanda
	6.1	Análisis de oferta		2
	6.2	Brecha oferta demanda		2
6.3	Análisis de Riesgos a Desastres y Cambio Climático	1		
6.4	Análisis de Impacto Ambiental	1		
7	Descripción de la iniciativa	3		
8	Beneficios esperados y beneficiarios	3		
Evaluación	9	Presupuesto de inversión	3	
	10	Gastos de operación y mantenimiento	1	
	11	Evaluación del proyecto	Evaluación financiera	2
	Evaluación socioeconómica		1	

Nota: Elaboración propia

En la tabla 16 anterior, se puede observar en lo que respecta al cumplimiento de requisitos del contenido de la formulación y evaluación del perfil del proyecto se tiene un 42% de los requerimientos totalmente abordados, un 19% de los requerimientos abordados parcialmente, y un 39% no se presentó información sobre el requerimiento. Con la información que cumplió con los requisitos total y parcialmente se evalúa que se cuenta con una base de elementos relevantes de la formulación y evaluación, lo que permitió estructurar la propuesta, soportar la viabilidad para la toma de decisiones, y facilitar la ejecución del proyecto, reflejando que, aun con vacíos en otros contenidos, se logró consolidar un marco metodológico mínimo que permitió que el proyecto se ejecutara.

La evaluación financiera se evaluó como un requerimiento abordado parcialmente, ya que no se desarrolló con elementos financieros como el Valor Actual Neto (VAN) o la Tasa Interna de Retorno (TIR), limitándose al cálculo de tiempo de recuperación, es decir la relación entre el costo total de inversión y el ahorro proyectado en facturación anual por la generación con el sistema fotovoltaico.

Esta limitación metodológica pudo comprometer la valoración real de la viabilidad financiera del proyecto, dado que el análisis financiero no solo demuestra la rentabilidad, sino que también permite anticipar escenarios de riesgo y sostenibilidad. En cuanto a los costos de operación y mantenimiento, no fueron contemplados en esta primera etapa, su exclusión en la formulación inicial refleja una debilidad en la estimación integral del ciclo de vida del proyecto.

La etapa de operación fue asumida por la Administración de Puerto Corinto, que en su momento contó con la capacidad técnica y presupuestaria para integrarlos en su planificación y costos operativos, lo cual ha permitido mantener parcialmente la funcionalidad del sistema.

Así mismo la ausencia de los alcances de amenazas, análisis de riesgos a desastres y cambio climático, y análisis de impacto ambiental, lo cual tiene un enfoque preventivo de pérdidas económicas, minimizar la vulnerabilidad por el entorno, y garantizar la prevención de la contaminación y cumplimiento legal.

4. Criterios de evaluación ex post del proyecto

A continuación, se evalúa los criterios de evaluación ex post por cada sede, triangulando la información obtenida en la revisión documental, y los resultados cualitativos y cuantitativos de las entrevistas realizadas, y la evaluación general de la autora. El marco analítico completo que relaciona los criterios, variables e indicadores utilizados en esta evaluación se encuentra en el Anexo 3.

4.1 Evaluación de la Pertinencia

Tabla 17

Pertinencia del proyecto en Puerto Corinto

Criterios	Análisis de resultados
Relevancia cuando fue declarado viable el proyecto	<p>El proyecto es congruente con lo establecido en el Plan de Lucha Contra la pobreza en relación a promover el uso de fuentes energéticas renovables y eficientes (GRUN), 2021, p.77, así mismo, destaca que, de los objetivos prioritarios de la política energética del país, ha sido la transformación y diversificación de la matriz de generación eléctrica.</p> <p>Desde la perspectiva institucional el proyecto está alineado a los criterios de eje de negocios establecidos en la Política de la Empresa Portuaria Nacional, 2019, p. 4, que orienta el programa de inversiones hacia la mejora de la calidad de los servicios y la eficiencia.</p> <p>A nivel de unidad de negocio Puerto Corinto contemplo en el Plan de Desarrollo Portuario (PDP) 2015-2020, se planteó reducir el consumo energético con un enfoque en las acometidas de mayor consumo, siendo este proyecto parte de las estrategias para reducirlo.</p>
Relevancia durante la evaluación ex post	<p>Para la evaluación ex post el proyecto continúa estando alineado a cuando fue declarado viable, dado que siguen vigentes las necesidades energéticas del puerto, así como las políticas, planes nacionales, y sectoriales en la materia.</p>

Criterios	Análisis de resultados
Satisfacción de los beneficiarios del proyecto	<p>De acuerdo a las encuestas realizadas a personal de nivel directivo y técnico, coinciden que el proyecto respondió a una necesidad energética, destacando que existe una demanda creciente de energía en el puerto, el proyecto redujo los costos de la energía comercial.</p> <p>Así mismo coinciden que el proyecto, a 5 años de la operación, continúa alineado con políticas institucionales y nacionales en materia energética.</p> <p>Ambos grupos coinciden que el proyecto y su operación continúan siendo funcional y relevante en el contexto actual.</p>

Nota: Elaboración propia

4.2 Evaluación de la eficiencia

4.2.1 Tiempo ejecución del componente

Tabla 18

Eficiencia en el tiempo de ejecución en APC

Sede	Criterio de evaluación	Variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APC	Eficiencia	Tiempo ejecución del componente	Días	30 días (septiembre)	15 días (25 de noviembre al 09 diciembre 2025)	-15 días
Análisis del resultado					Método de evaluación	
<ul style="list-style-type: none"> En la sede APC no se inició en septiembre de acuerdo a lo programado, sino que sesenta días (2 meses) después. La ejecución tuvo una duración de la mitad del tiempo programado. 					Cuantitativo	

· El atraso en el mes de ejecución programado (septiembre) es relacionado de acuerdo a la solicitud de ampliación de tiempos, derivados de la pandemia y cadena logística.	
--	--

Nota: Elaboración propia

Tabla 19

Eficiencia en el tiempo de ejecución en APPI y APPI II

Sede	Criterio de evaluación	Variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APPI I y II	Eficiencia	Tiempo ejecución del componente	Días	31 días (Julio)	8 días (8 al 16 de septiembre 2020)	-23 días
Análisis del resultado						Método de evaluación
<p>-En la sede APPI I y APPI II se ejecutaron 8 días, 23 días menos de lo programado del tiempo programado, sin embargo, se inició sesenta días después de lo previsto, en el mes de septiembre.</p> <p>-El atraso de sesenta días de ejecución, se formalizo en la modificación No.1 contrato EPN-024-2020, justificado por la pandemia COVID 19 hubo atrasos en la importación de los módulos solares y accesorios.</p>						Cuantitativo

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas, el personal directivo y las evaluaciones a las variable del tiempo de ejecución, indican que el proyecto se ejecutó de acuerdo a lo previsto, sin embargo, las encuestas al personal técnico reflejan demoras relacionadas en el área a instalar los paneles en la sede principal, dado que no se definió en la formulación del proyecto, por lo cual la Gerencia de APC hizo gestiones con la Dirección General de Aduanas (DGA), la cual cuenta con bodega

contiguo al Puerto Corinto para realizar la instalación de los paneles, a esta bodega se le tuvo que hacer mejoras en la infraestructura para adaptar al peso y otros requerimientos del sistema solar fotovoltaico a instalar.

Estas mejoras no están reflejadas en la información del proyecto revisada por la autora, esto se manejó a lo interno de la Gerencia de Puerto Corinto, el tiempo estipulado inicialmente y la ampliación de tiempo del contrato, sirvió para que se diera una solución viable, sin implicar atrasos significativos en relación al tiempo proyectado. La valoración de la autora es que, tras 5 años de la fase de ejecución, los técnicos tienen más presentes los inconvenientes ocasionados para determinar el área de instalación.

De acuerdo a la información del proyecto revisada por la autora el factor de incumplimiento en los tiempos de mayor significancia fue por los inconvenientes en la cadena logística derivada de la pandemia COVID 19.

Ninguno de los grupos encuestados manifiesta la pandemia como factor de atrasos en los tiempos de ejecución.

4.2.2 Ejecución presupuestaria del componente

Tabla 20

Eficiencia en la Ejecución presupuestaria del componente

Sede	Criterio de evaluación	Variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APC	Eficiencia	Ejecución presupuestaria del componente	USD	460,000	529,000	+15%
APPI				23,000	26,450	
APPI II				18,400	21,160	
Análisis del resultado						Método de evaluación
· El componente en Puerto Corinto tuvo incremento del 15% del monto programado en todas sus sedes						Cuantitativo

<ul style="list-style-type: none"> · Inicialmente EPN decidió financiar el proyecto con fondos propios, y no mediante financiamiento externo con línea verde con Banpro, el contratista presento su oferta sin IVA, por ser un requisito del banco. · Posteriormente EPN decidió financiar el proyecto con fondos propios, por lo cual el contratista realizo solicitud de inclusión del IVA, el cual fue incluido en la modificación No.1. de contrato EPN-024-2020 · El precio total del componente se vio incrementado, por lo explicado anteriormente, pasando del monto inicialmente contratado de 501,400.00 a 576,610.00 USD. · De acuerdo a los resultados de la encuesta, ambos grupos coinciden que los recursos fueron ejecutados de acuerdo a lo planificado, no reportan variaciones en los costos. 	
--	--

Nota: Elaboración propia

4.3 Evaluación de la variable eficacia

4.3.1 Módulos fotovoltaicos

Tabla 21

Eficacia en cumplimiento del alcance físico en APC

Sede	Criterio de evaluación	Variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APC	Eficacia	Módulos fotovoltaicos	Unidades	1,019	1,000	-19
Análisis del resultado						
<ul style="list-style-type: none"> · Se dio está variación dado que se optimizo el diseño en función del área a instalar, espacio disponible y ángulo de instalación de los paneles (techos de bodega de DGA). 					Cuantitativo	

<ul style="list-style-type: none"> · Las condiciones estructurales y del área a instalar no fueron evaluadas en el diseño, por lo cual se debió realizar este cambio. · Este cambio permitió optimizar el espacio y seguridad de la instalación de paneles, sin afectar la producción de energía esperada, y sin afectar los costos globales del proyecto. 	
--	--

Nota: Elaboración propia

Tabla 22

Eficacia en cumplimiento del alcance físico en APPI I y APPI II

Sede	Criterio de evaluación	Variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APPI I	Eficacia	Módulos fotovoltaicos	Unidades	70	80	+ 10
APPI II				56	65	+ 9
Análisis del resultado					Método de evaluación	
<ul style="list-style-type: none"> · Variación en la ampliación en APPI I en 10 unidades y de 9 unidades APPI II, se dio por una readecuación interna en la instalación, maximizando el uso de las unidades contratadas en ambos ante puertos. · Fueron instaladas en techos de áreas de oficinas administrativas, contando ambos con área, condiciones estructurales, eléctricas y de seguridad adecuadas para la instalación. 					Cuantitativo	

Nota: Elaboración propia

4.3.2 Potencia Instalada

Tabla 23

Eficacia en potencia instalada APC

Sede	Criterio de evaluación	Variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APC	Eficacia	Potencia instalada del sistema fotovoltaico	kW	400	400	0
APPI I				20	20	
APPI II				16	16	
Análisis del resultado					Método de evaluación	
· Cumplimiento de la potencia proyectada en el diseño para todas las sedes, sin variaciones en la ejecución.					Cuantitativo	

Nota: Elaboración propia

4.3.3 Promedio de energía autogenerada mensual por el sistema fotovoltaico

Tabla 24

Eficacia en promedio de energía autogenerada en APC

Sede	Criterio de evaluación	Variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APC	Eficacia	Promedio de energía autogenerada	kWh/mes	60,000	60,192	+192
Análisis del resultado					Método de evaluación	

<ul style="list-style-type: none"> · Los resultados de energía autogenerada promedio mensual para el periodo de mayo 2024 – mayo 2025, reflejan un cumplimiento de lo programado para la sede de Puerto Corinto. · En base a los resultados se demuestra que supera lo programado, y contando con un excedente adicional +192. · El proyecto se encuentra al quinto año de ejecución, lo cual es un excelente rendimiento, y se puede atribuir al seguimiento y mantenimiento que se le ha dado al sistema solar fotovoltaico durante el periodo de operación. · Desde inicio del proyecto se contaba con sistema automatizado de monitoreo en tiempo real de la generación fotovoltaica y principales indicadores, en mayo 2023 por un fallo en el sistema informático, se perdieron parte de los datos, y el sistema salió de funcionamiento. · Actualmente el monitoreo a la generación se realiza a través de los paneles de control del sistema. 	Cuantitativo
--	--------------

Nota: Elaboración propia

Tabla 25

Eficacia en promedio de energía autogenerada en APPI I

Sede	Criterio de evaluación	Variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APPI I	Eficacia	Promedio de energía autogenerada	kWh/mes	3,000	677	-2,323
Análisis del resultado					Método de evaluación	
· Los resultados de energía autogenerada para APPI I promedio mensual para el periodo evaluado de mayo 2024 – mayo 2025,					Cuantitativo	

<p>reportan una generación por debajo de lo proyectado, únicamente se está generando un promedio de 677 kWh/mes.</p> <ul style="list-style-type: none"> · De acuerdo a los reportes de Taller eléctrico de APC el rendimiento es bajo, dado que se diseñó para que la generación alimente principalmente bodega de carga general, del último trimestre del año 2023 a mayo 2025 no se ha utilizado por razones estructurales que no garantizaba el resguardo de las mercancías. · En los años 2020-2023 la generación tuvo un rendimiento aproximado a lo proyectado, generando un promedio de 2,920 kWh/mes. · De marzo a julio 2025 se realizaron inversiones en las mejoras de la bodega, por lo que el sistema entraría en funciones en agosto 2025, de acuerdo a contrato de arriendo con cliente, es decir fecha que se proyecta la demanda sea acorde a la capacidad de generación. · Desde inicio del proyecto se contaba con sistema automatizado de monitoreo en tiempo real de la generación fotovoltaica y principales indicadores, en mayo 2023 por un fallo en el sistema informático, se perdieron parte de los datos, y el sistema salió de funcionamiento. · Actualmente el monitoreo a la generación se realiza a través de los paneles de control del sistema. 	
--	--

Nota: Elaboración propia

Tabla 26*Eficacia en promedio de energía autogenerada en APPI II*

Sede	Criterio de evaluación	Variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APPI II	Eficacia	Promedio de energía autogenerada	kWh/mes	2,400	2,336	-64
Análisis del resultado					Método de evaluación	
<ul style="list-style-type: none"> · Los resultados de energía autogenerada para APPI II promedio mensual para el periodo de mayo 2024 – mayo 2025, reportan una generación promedio de 2,336 kWh/mes, teniendo un déficit de 64 kWh en relación con lo programado. · Se debe tomar en cuenta que esto es un promedio de generación anual, en el cual, en algunos momentos, sobre todo en verano es mayor la generación, que en relación al periodo lluvioso. · Está variación se puede deber a varias razones, destacando las condiciones meteorológicas, limpieza y mantenimiento de los paneles, entre otras. 					Cuantitativo	

Nota: Elaboración propia**4.3.4 Ahorro de consumo energía porcentual****Tabla 27***Eficacia en ahorro en consumo de energía en APC*

Sede	Criterio de evaluación	Variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APC	Eficacia	Ahorro consumo energía	%	34	34.29	+0.29

Análisis del resultado	Método de evaluación
De acuerdo a los resultados se cumple en la operación con lo programado para la sede de APC, obteniéndose adicionalmente 0.29% para un total de 34.29% ahorro para el periodo mayo 2024 - mayo 2025, al quinto año de operación.	Cuantitativo

Nota: Elaboración propia

Tabla 28

Eficacia en ahorro en consumo de energía en APPI I

Sede	Criterio de evaluación	Variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APPI I	Eficacia	Ahorro consumo energía	%	45	11.2	-33.82
Análisis del resultado					Método de evaluación	
<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo a los resultados obtenidos para el periodo mayo 2024 – mayo 2025, para la sede APPI I se está generando un ahorro de 11.2%, por debajo de lo programado. Las razones están estrechamente vinculadas a lo establecido en la Tabla 25 Eficacia en promedio de energía autogenerada en APPI I. 					Cuantitativo	

Nota: Elaboración propia

Tabla 29*Eficacia en ahorro en consumo de energía en APPI II*

Sede	Criterio de evaluación	Variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APPI II	Eficacia	Ahorro consumo energía	%	39	37.46	-1.54
Análisis del resultado					Método de evaluación	
<ul style="list-style-type: none"> · De acuerdo con los resultados al periodo evaluado para la sede APPI II se está generando un ahorro de 37.46%. · Aun con variación de 1.54 por debajo de lo programado tomando en cuenta los distintos factores que puede interferir en la generación, se puede considerar que se encuentra en un rango aceptable. · Este promedio de generación se ha mantenido en los años de ejecución. 					Cuantitativo	

Nota: Elaboración propia

4.3.5 Periodo de recuperación de la inversión

Tabla 30*Eficacia en periodo de recuperación de la inversión en APC*

Sede	Criterio de evaluación	Variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APC	Eficacia	Periodo de recuperación de la inversión	Años	5	4 años 10 meses	-2 meses
Análisis del resultado					Método de evaluación	
<ul style="list-style-type: none"> · Al mes de mayo 2025 se ha pagado aproximadamente el 93.23% de la inversión, es decir al cuarto año con 5 meses. 					Cuantitativo	

<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo a las proyecciones realizadas por el Departamento de Taller Eléctrico al mes de octubre 2025 se finaliza el pago la inversión. 	
---	--

Nota: Elaboración propia

Tabla 31

Eficacia en periodo de recuperación de la inversión en APPI I

Sede	Criterio de evaluación	Variable	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APPI I	Eficacia	Periodo de recuperación de la inversión	Años	5	9	+4
Análisis del resultado					Método de evaluación	
<ul style="list-style-type: none"> Al quinto año de la operación a mayo 2025 se ha pagado el 55.42% de la inversión. En parte esto se debe a la falta de demanda para el aprovechamiento de la generación de los últimos dos años. Sin embargo, destaca el factor determinante, que el costo de la energía utilizado en el diseño, no corresponde al real. En el diseño se establece que la sede de APPI I tiene tarifa contratada T-2D General mayor con tarifa bionomía sin medición horaria estacional, siendo esto un error. En el diseño se calculó el costo de tarifa, haciendo uso del costo de facturación promedio, entre los kWh/mes para determinar el precio del kWh, siendo en el diseño la tarifa de USD 0.2839 kWh. Siendo entonces que ni la tarifa T-2D y la calculada corresponden a la real contratada. 					Cuantitativo	

<ul style="list-style-type: none"> · La tarifa contratada al 2019 y vigente al 2025 es de tarifa para T1 BT general menor monomio, con un costo de USD 0.1527 kWh. · Es decir, un costo por debajo de lo calculado en la proyección de la recuperación de la inversión. 	
---	--

Nota: Elaboración propia

Tabla 32

Eficacia en periodo de recuperación de la inversión en APPI II

Sede	Criterio evaluación	Nombre del indicador	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación
APPI II	Eficacia	Periodo de recuperación de la inversión	Años	5	6 años	+1 año
Análisis del resultado					Método de evaluación	
<ul style="list-style-type: none"> · Al quinto año y cinco meses (mayo 2025) de operación, se ha pagado un 92.77% de la inversión. · De acuerdo a las proyecciones, de continuar con un rendimiento de producción como el actual, se finalizará el pago a finalizar el año 6. 					Cuantitativo	

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la percepción de las encuestas realizadas, se interpreta que el nivel de satisfacción general con los resultados del proyecto de parte de los directivos es alto obteniendo de los 3 encuestados la máxima calificación, destacan el cumplimiento de los objetivos y beneficios.

En el caso del personal técnico califican como muy satisfechos con el proyecto, sin embargo, destacan oportunidades de mejora técnica en la fase de formulación y ejecución del mismo.

Ambos grupos consideran que la energía solar es una solución viable para los puertos, destacando el grupo técnico la viabilidad técnica, y factibilidad operativa de la tecnología.

De acuerdo al criterio de la autora, la percepción de ambos grupos en relación al cumplimiento de los objetivos y eficacia del sistema, se deben a los destacados resultados que se han obtenido en la sede central, principalmente por el haber postulado y ganado el Premio a la Producción más Limpia, en categoría excelencia en proyectos de energía en el año 2023.

4.4 Evaluación de Lecciones aprendidas

De acuerdo a la triangulación realizada por la autora de los resultados de la valoración de los criterios evaluados cuantitativamente, y la percepción de los encuestados, se destaca lo siguiente:

Identificación de prácticas replicables:

- Metas medibles: el establecimiento de indicadores de desempeño claros (kWh generados, % de ahorro, entre otros) en la formulación fue fundamental para permitir esta evaluación ex post y el monitoreo operativo.
- Monitoreo en tiempo real: la implementación inicial de un sistema de monitoreo (aunque luego falló) demostró su valor para la operación, datos de generación reales, y mantenimiento preventivo.
- Compromiso Directivo: la aceptación y apoyo de la Gerencia de APC para la ejecución y sostenibilidad del proyecto hacia la tecnología fotovoltaica fue un facilitador crítico.
- Flexibilidad en la ejecución: la capacidad de adaptar la ubicación física de los paneles en APC (techos de DGA) y redistribuir los módulos entre sedes sin afectar costos, demostró la importancia de mantener flexibilidad ante imprevistos.

Clasificación de factores críticos de obstáculo:

- Metodológico: es de gran relevancia la formulación de los proyectos cumplimiento con la sistematización establecida para demostrar con datos reales la viabilidad, y de esta manera manejar y/o minimizar los riesgos.

- Financiera: la evaluación financiera no puede basarse en promedios sencillos. Se debe utilizar los pliegos tarifarios oficiales vigentes y calcular indicadores de rentabilidad (VAN, TIR) para una valoración real de la viabilidad económica.
- Ubicación y demanda: La identificación y garantía de las condiciones estructurales y la demanda energética constante del sitio de instalación debe ser un requisito en la formulación. Lo ocurrido en APPI I es un ejemplo de subutilización de activos por falta de este análisis.
- Integralidad: Un proyecto de inversión pública debe ser integral. La omisión de los análisis de riesgo (climático, desastres) y ambiental debilita la sostenibilidad a largo plazo y el cumplimiento de políticas públicas más amplias.
- Sostenibilidad operativa: El costo de mantenimiento debe presupuestarse desde la formulación y transferirse formalmente a la unidad operativa, asegurando los recursos para la continuidad del sistema.

Generación de recomendaciones

De las recomendaciones más destacadas están: fortalecimiento de las capacidades técnicas y metodológicas para la formulación de proyectos para el personal que desarrolla proyectos de esta índole.

Así mismo incluir estudios de auditoría energética previo a la realización de inversiones de esta índole, dado que ayuda a identificar oportunidades de mejora y definir prioridades, de donde orientar los recursos.

CAPÍTULO V: RESULTADOS DE EVALUACIÓN EX POST

1. Ciclo de vida

El balance realizado en la formulación para el cumplimiento del proyecto en el ciclo de vida del mismo, se evaluó la variable perfil del proyecto como *insatisfactorio*, con un puntaje de 2 puntos. Evaluado como un factor crítico la incorporación metodológica en la formulación del proyecto, es decir no se cumplió con el proceso estructurado desde el diseño hasta la operación.

Sin embargo, el proyecto se encuentra en funcionamiento y ha logrado resultados tangibles, no obstante, una formulación robusta hubiera logrado mejor resultado en base a los objetivos planteados. De los resultados del ciclo de vida se destaca lo siguiente:

- En la etapa de formulación se establecieron indicadores útiles para la realización de la presente evaluación ex post.
- De acuerdo a las encuestas un factor relevante en el diseño, es que se debió realizar identificación del área de instalación de los paneles fotovoltaicos. Esta falta pudo representar riesgos en la ejecución y/o operación.
- Ausencia del análisis financiero completo, no se hizo uso de pliegos tarifarios autorizados al momento del análisis, el cual es de utilidad para conocer los costos de energía de la red, y hacer la proyección de ahorro de la generación fotovoltaica, cálculo del valor actual neto, tasa interna de retorno anual, y el periodo de retorno de la inversión.
- No se realizó el análisis de amenazas, análisis de riesgos a desastres y cambio climático, y análisis de impacto ambiental, afectando la integralidad metodológica, y la separación del cumplimiento de políticas relacionadas al uso sostenible de los recursos naturales y energías renovables.

2. Criterios de evaluación ex post

Los resultados y las percepciones detalladas del personal técnico y directivo se encuentran en los Anexos 4 y 5, respectivamente.

2.1 Pertinencia

El proyecto es pertinente, las variables evaluadas: relevancia cuando fue declarado viable el proyecto, relevancia durante la evaluación ex post, satisfacción de los beneficiarios del proyecto, obteniendo calificación de muy satisfactoria, con un puntaje promedio del criterio de 5.

Los objetivos del proyecto fueron coherentes con las políticas nacionales relacionados al cambio en la matriz energética, hacia energías renovables, así como en la estrategia institucional.

Al omitir los análisis de amenazas, análisis de riesgos a desastres y cambio climático, y análisis de impacto ambiental, limitó el alcance para el cumplimiento de políticas relacionadas al uso sostenible de los recursos naturales y energías renovables.

Pese a esas omisiones, la coherencia con políticas nacionales de diversificación energética permitió que el proyecto fuera viable y mantuviera su pertinencia en el tiempo.

Así mismo los encuestados manifestaron que el proyecto cuando fue formulado, y actualmente siguen siendo pertinentes, ante el desafío de la creciente demanda energética del puerto.

2.2 Eficiencia

El nivel de eficiencia del proyecto se evaluó como muy satisfactoria a satisfactoria, en la variable tiempo de ejecución del proyecto y ejecución presupuestaria, con un puntaje promedio del criterio de 4.4 puntos, para las 3 sedes evaluadas.

El nivel de eficiencia en la ejecución del proyecto se cumplió con los plazos contractuales ampliados, las cuales fueron justificadas (pandemia y problemas logísticos).

El ajuste presupuestario en la inversión de 15% adicional, correspondiente a la inclusión del IVA, respondió a decisiones internas de la EPN de hacer uso de financiamiento propio, lo cual no afectó el proyecto en su ejecución y programación.

Se logro cumplir con los tiempos de ejecución, solventando la situación no identificada en la formulación, de sitio que cumpliera con condiciones de área y estructurales para la instalación de los paneles en APC, los cambios de plazos, dieron oportunidad para tener las condiciones adecuadas para la instalación. Los costos de adecuación para la instalación no fueron reportados en la información vinculante al proyecto.

2.3 Eficacia

El nivel de eficacia del proyecto se evaluó como *satisfactoria*, para las variables evaluadas: módulos fotovoltaicos instalados, potencia instalada, promedio de energía autogenerada, ahorro en consumo de energía y periodo de recuperación de la inversión, con un puntaje de promedio del criterio de eficacia 3.73 puntos, para todos los criterios evaluados, en las tres sedes evaluadas.

El sistema fotovoltaico en la sede Puerto Corinto cumple los objetivos de generación, ahorro energético y retorno de inversión, consolidando su impacto técnico y económico a cinco años de operación.

Las variaciones en la sede APPI I evidencian la importancia de incorporar variables de uso efectivo y continuidad operativa dentro de las futuras formulaciones para evitar subutilización de infraestructura.

La variable módulos fotovoltaicos instalados, se le evaluó como satisfactoria para las tres sedes, con una puntuación promedio de 4 puntos, dado que tuvo una readecuación de la distribución para las tres sedes, lo que obedeció a ajustes relacionados a condiciones de área y estructurales de la sede de APC, sin comprometer la capacidad de generación, y sin aumentar o disminuir las unidades contratadas. Los ajustes en la redistribución no significaron inconvenientes en los costos, tiempos, y generación, para ninguna de las sedes.

Para la variable potencia instalada hubo un cumplimiento de lo planificado en relación a lo ejecutado del 100%, obteniendo una valoración de muy satisfactoria, con puntuación de 5.

Para la variable promedio de energía autogenerada mensual, obtuvo una valoración de parcialmente satisfactoria, con 3 puntos, habiendo variaciones en las tres sedes:

- APC supero la meta programada (+192 kWh), demostrando alto rendimiento y mantenimiento adecuado, obteniendo una puntuación de 5.
- APPI I con un desempeño muy insatisfactorio de (-2,333 kWh), esto debido principalmente por inactividad de la bodega a la cual alimentaria de energía el sistema solar fotovoltaico, la cual estuvo sin operaciones por aproximadamente 2 años, por problemas estructurales, obteniendo una puntuación de 1.

- La sede de APPI II tuvo una calificación de satisfactoria, con una generación un poco por debajo de lo programado (-64 kWh), sin embargo, no se considera que sea por factores técnicos u operativos del sistema solar fotovoltaicos, sino a variaciones propias del sistema, obteniendo una puntuación de 4.

La variable ahorro en consumo de energía, obtuvo la valoración de parcialmente satisfactoria, con 3 puntos, habiendo variaciones en las tres sedes:

- APC supero el porcentaje programada (+0.29 %), obteniendo una calificación de muy satisfactoria, una puntuación de 5.
- APPI I con un desempeño muy insatisfactorio, muy por debajo del porcentaje de ahorro programado (-34%), los factores derivados a lo explicado en la variable anterior para APPI I, obteniendo una puntuación de 1.
- La sede de APPI II tuvo una calificación de satisfactoria, con una generación un poco por debajo de lo programado (-1.54%), los factores derivados a lo explicado en la variable anterior para APPI I, obteniendo una puntuación de 4.

La variable periodo de recuperación de la inversión, obtuvo la valoración de parcialmente satisfactoria, con 2.67 puntos, la más baja de todos los indicadores evaluados, habiendo variaciones en las tres sedes:

APC supero el tiempo programado (+2 meses), obteniendo una calificación de muy satisfactoria, evidenciándose un flujo de ahorro estable, con una puntuación de 5.

APPI I con un desempeño muy insatisfactorio, muy por arriba de los años programados (+4), en esta variable interviene además de los paros en la demanda por la autogeneración fotovoltaica, mala proyección del costo de la tarifa, siendo de las tres sedes la de menor costo, por lo que relacionado a que no se realizó una evaluación financiera robusta, ralentiza la recuperación de la inversión prevista, obteniendo una puntuación de 1.

La sede de APPI II tuvo una calificación de parcialmente satisfactoria, con un aumento en el periodo de recuperación (+1 año), mantiene la viabilidad económica, aunque con extensión en el tiempo, obteniendo una puntuación de 4.

2.4 Lecciones aprendidas

El análisis identificó factores críticos que determinaron el desempeño del proyecto: como factores de éxito, el compromiso directivo y la flexibilidad en la ejecución; y como

obstáculos críticos, la subutilización de APPI I por falta de análisis de demanda y los errores en los pliegos tarifarios que afectaron la recuperación de la inversión.

La triangulación entre resultados cuantitativos, encuestas y análisis documental evidenció aprendizajes para replicar buenas prácticas, fortalecer capacidades técnicas e incorporar la evaluación ex post en la etapa de operación.

La ausencia de un sistema formal de seguimiento ex post previo, constituye un vacío metodológico, que el presente estudio contribuye a llenar.

La experiencia demuestra que la planificación energética con enfoque técnico y financiero es indispensable para garantizar sostenibilidad a largo plazo.

3. Escala global del proyecto

De todos los criterios evaluados con sus respectivas variables, a como se observa en la Tabla 33, se obtuvo una calificación global de 3.78 puntos y una calificación de proyecto medio/aceptable, de acuerdo a la escala definida en la metodología.

Tabla 33

Resumen de la evaluación ex post global del Proyecto

Criterios de evaluación	Puntaje promedio	Calificación
Perfil de proyecto	2.00	Insatisfactoria
Pertinencia	5.00	Muy satisfactoria
Eficiencia	4.40	Satisfactoria
Eficacia	3.73	Parcialmente satisfactorio
Escala global del proyecto	3.78	Medio/aceptable

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

La evaluación ex post del proyecto fotovoltaico de Puerto Corinto constituye un referente metodológico para la inversión pública en Nicaragua. La aplicación sistemática de un marco evaluativo integral —basado en indicadores medibles predefinidos— ha generado un modelo replicable para el cierre del ciclo de vida de proyectos en el sector público, particularmente en inversiones de generación fotovoltaica.

El proyecto demostró una pertinencia excepcional (5.00/5), alineándose consistentemente con las políticas nacionales de diversificación energética y los planes institucionales portuarios, tanto en su formulación como tras cinco años de operación. Esta coherencia estratégica valida la viabilidad de la transición energética en infraestructura pública.

La eficiencia en la gestión de recursos y plazos fue satisfactoria (4.40/5), cumpliendo los cronogramas ajustados y manejando una variación presupuestaria atribuible exclusivamente al cambio de fuente de financiamiento. No obstante, se identificaron deficiencias críticas en la fase de formulación —específicamente en estudios financieros, ambientales y de riesgos— que generaron vulnerabilidades operativas no previstas.

La eficacia resultó parcialmente satisfactoria (3.73/5) con un desempeño variable entre sedes: mientras la sede APC superó las metas de generación, APPI I presentó subutilización significativa. Esto evidencia que la viabilidad técnica no garantiza beneficios reales sin una demanda operativa, destacando la necesidad de integrar el análisis de la demanda y uso final de la misma en la fase de preinversión.

Lecciones aprendidas para la gestión de ciclo completo, la triangulación metodológica (documental, operativa y de percepciones) permitió identificar factores críticos replicables:

- La importancia de fortalecer las capacidades en formulación de proyectos con visión de ciclo de vida completo.
- La necesidad de protocolos estandarizados para estudios de preinversión que integren escenarios de demanda real.

Con una calificación global aceptable (3.78/5), el proyecto confirma su viabilidad técnica y estratégica, pero revela oportunidades clave de mejora. El estudio establece bases para optimizar futuras inversiones fotovoltaicas en el sector portuario, promoviendo una cultura de evaluación continua, aprendizaje institucional y gestión de proyectos de inversión pública.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

Es fundamental cumplir con la metodología de formulación de proyectos para la inversión pública, en la fase de preinversión de proyectos fotovoltaicos (y similares), este debe integrar un modelo financiero dinámico con análisis de VAN/TIR bajo múltiples escenarios, tomando en cuenta indicadores propios de rendimiento real de la tecnología seleccionada, y presupuestar los costos del ciclo de vida (mantenimiento preventivo y correctivo mayor).

Se deben implementar auditorías energéticas detalladas, previa a cualquier inversión en eficiencia energética y cambios en la matriz energética de la institución.

En la preinversión es relevante que se evalué la fuente del financiamiento, priorizar líneas de crédito que promueven las energías renovables con tasas de interés preferenciales.

Para la operación se debe contar con sistema de monitoreo en tiempo real de la generación, fundamental para la gestión eficiente y la detección temprana de fallas.

Se debe establecer programa de capacitación continua relacionada al diseño de proyectos fotovoltaicos, eficiencia energética, energía renovable, y auditorías energéticas, para fortalecer las capacidades en la preinversión, ejecución y operación.

Finalmente, se debe incorporar la evaluación ex post como una etapa formal dentro del ciclo de vida de los proyectos de inversión pública, de 3-5 años una vez el proyecto está en operación.

CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS

- Agencia de cooperación Internacional del Japón (JICA), & Ministerio de Economía y Finanzas del Perú (MEF). (2012). *Pautas Generales para la Evaluación Ex Post de Proyectos de Inversión Pública*.
- Blu Banyan. (s/f). *Los principales indicadores clave de rendimiento (KPI) para ayudar a los administradores de proyectos a mantener los proyectos solares en marcha*. <https://blubanyan.com/the-top-key-performance-indicators-kpis-to-help-pms-keep-solar-projects-on-track/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL, Instituto Latinoamericanos y del Caribe de Planificación Económica y Social - ILPES, & Pamela Vera. (1997). *Guía Metodológica para la Evaluación Ex-Post de Proyectos*.
- Decreto de Establecimiento de la Política Energética Nacional, Pub. L. No. Decreto Ejecutivo N°. 13-2004 (2004). <http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/xpNorma.xsp?documentId=291F7E6A862DB72D062570A100582A64&action=openDocument>
- Departamento Nacional de Planeación de Colombia (DNP). (2004). *Metodología de Evaluación Expost de Programas y Proyectos de Inversión - Versión Oficial*.
- Eduardo Morín Maya, & María Lizbeth Alvarado Roldán. (2017). Elementos a considerar para la preparación y elaboración de la evaluación ex post de proyectos de inversión. En *Centro de Estudios para la preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP)*.
- Empresa Nicaragüense de acueductos y alcantarillado (ENACAL). (2025, julio 25). *Avanza construcción planta solar, San Isidro*. <https://www.enacal.com.ni/noticias/nuevas-np/NP19-07-2025.html>
- Empresa Nicaragüense de Transmisión Eléctrica (ENATREL). (2021). *Responsabilidad ambiental*. <https://www.enatrel.gob.ni/responsabilidad-ambiental/>
- Empresa Nicaragüense de Transmisión Eléctrica (ENATREL). (2025). *Matriz Energética Junio 2025*. <https://www.enatrel.gob.ni/matriz-energetica/>

- Empresa Portuaria Nacional. (2019). *Política para el Desarrollo Portuario 2018 - 2017*.
- Empresa Portuaria Nacional (EPN). (2020). *Perfil de proyecto de generación de energía fotovoltaica*.
- Empresa Portuaria Nacional (EPN). (2023). *Informe de Postulación al Premio a la Producción más Limpia, Puerto Corinto Integración de Energías Renovables: Sistema Fotovoltáico*.
- Fototracer. (2024, mayo 9). *Sistema fotovoltaico industrial: qué es y cómo funciona*. <https://fototracer.com/blog/sistema-fotovoltaico-industrial-que-es-y-como-funciona>
- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN). (2021). *Plan nacional de lucha contra la pobreza y para el Desarrollo Humano 2022-2026*.
- Informe Pastran. (2025, abril 8). *¡Histórico! Nicaragua supera 80% de generación con renovables*. <https://myemail.constantcontact.com/-Hist-rico--Nicaragua-supera-80--de-generaci-n-con-renovables.html?soid=1104906690011&aid=tLJVhKjFfHY>
- José Alfonso Alonso. (2025, junio 25). *Performance Ratio: el factor de calidad de sistemas fotovoltaicos*. SunFields. https://www.sfe-solar.com/instalaciones-fotovoltaicas/performance-ratio/?srsId=AfmBOor_14PUTcTRb4RI2J8dDdSHF-fOd86aXzBjbcCSP_Kz8rf4N0Ym
- Ley N°. 838, Ley General de Puertos de Nicaragua, La Gaceta, Diario Oficial No. 17 (2013). http://legislacion.asamblea.gob.ni/_062569d000710dd9.nsf/b92aaea87dac762406257265005d21f7/687585033267eff8062586c400766a1f
- Ministerio de Economía y Finanzas del Perú (MEF). (2021). *Lineamientos Metodológicos Generales de la Evaluación Ex Post de las Inversiones*.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público de Nicaragua (MHCP). (2012). *Metodología General para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública*. www.snip.gob.ni
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP). (2012a). *Guía de contenido estándar de las propuestas de iniciativas de inversión pública a nivel de perfil*.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP). (2012b). *Metodología de Preinversión para Proyectos de Energía*. www.snip.gob.ni

Nube Lorena Tuba Criollo. (2020). *Propuesta Metodológicas para realizar la Evaluación Ex-Post de Proyectos Estratégicos en la Cooperativa de Ahorro y Crédito Jardín Azuayo [Tesis de maestría]*. Universidad Politécnica Salesiana Ecuador.

Vidal Humberto Estrada López & Pavel Gerardo Pastora Estrella. (2022). *Evaluación Ex Post del Proyecto de Mejoramiento de la Carretera La Garita - Empalme Tipitapa [Tesis de maestría]*. Universidad Nacional de Ingeniería.

Rodaenergía. (2022). *Estudio evaluación Ex Post de mediano plazo a proyectos de suministro eléctrico por sistemas de autogeneración*.

Sotysolar. (2023, agosto 17). *Diferencia entre kW, kWp y kWh*. <https://sotysolar.es/blog/potencia-energia>

CAPÍTULO IX: ANEXOS

Anexo 1. Matriz de fuentes de información del proyecto

Tabla 34

Matriz de fuentes de información del proyecto

No.	Información primaria del proyecto	Fase del Proyecto			Valoración de los alcances
		Formulación	Ejecución	Operación	
1	Informe de Diagnóstico Energético. Nivel I: Auditoría Energética	✓			Auditoría energética finalizada en febrero 2020.
2	Perfil del proyecto	✓			Se definió de manera clara el objetivo, antecedentes, identificación de la problemática, se estableció los alcances técnicos, y proyección de generación y ahorro, periodo de amortización de la deuda, se demostró la viabilidad del proyecto. Sin embargo, no se realizó la evaluación financiera, no se cálculos el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), y la proyección de ahorro por generación anual. No se incluyó los detalles y costos de mantenimiento del sistema solar fotovoltaico. No se identificó los sitios específicos donde se instalarían los paneles solares, y condiciones de estas para soportar el peso. No especifica que áreas o servicios va alimentar el sistema fotovoltaico en el día. No se realizó la identificación de amenazas, y riesgos naturales y antropogénicos al proyecto. En este se contemplaba hacer uso de financiamiento externo.
3	Términos de referencia del proyecto	✓			Incluye alcances técnicos (físicos y de generación), plazos de ejecución, condiciones de garantía, mecanismos de pago, y criterios de evaluación. Especifica que el plazo debe ser de 6 meses incluyendo importación, suministro, instalación del sistema fotovoltaico, pruebas y puesta en marcha.

No.	Información primaria del proyecto	Fase del Proyecto			Valoración de los alcances
		Formulación	Ejecución	Operación	
					Especifica que el pago se determinará en el contrato, dado que se hará uso de financiamiento.
4	Oferta técnica	✓			Presentada una única oferta por ECOSOLAR ENERGY S.A.
5	Acta de evaluación y recomendaciones de ofertas	✓			Evaluaron los requerimientos establecidos en los términos de referencia concluyendo que la única oferta presentada, cumple con la evaluación de parámetros definidos, obteniendo una calificación de 100 puntos.
6	Contrato EPN-024-2020	✓			Establece las especificaciones técnicas, monto inicial, entrada en vigor, tiempo de ejecución, entregas, demoras de parte del proveedor, recisiones, etc. Monto total del contrato U\$ 938,400.00 (sin ningún tipo de impuesto incluido) El contrato puede ser aumentado o disminuido en un 20%, como resultado de Plazo de 6 meses a partir de la orden de inicio Garantía de obra de 12 meses, deberá de definir los plazos de garantía de fábrica de los equipos y/o materiales instalados: Módulos fotovoltaicos, inversores, estructura de fijación, cables conductores Firmado por las partes con fecha de 16 de abril del 2020.
7	Orden de inicio		✓		Comunicación que se informa al proveedor que la orden de inicio del contrato 21 de abril 2020.
8	Cronograma de ejecución de Contrato EPN-024-2020				Presentado por el Proveedor con fecha 28 de abril 2020. Sedes APPI y APPI I, indica 4 semanas del mes de Julio 2020 Sede APC, indica 4 semanas del mes de septiembre 2020 Detalla las actividades: Recepción de sitio por el proveedor, pre-estudio de instalación de optimización de paneles eléctricos, presentación del plano de instalación de

No.	Información primaria del proyecto	Fase del Proyecto			Valoración de los alcances
		Formulación	Ejecución	Operación	
					ubicación de los paneles, instalación de los paneles eléctricos una vez aprobado el sitio
8	Cronograma de ejecución de Contrato EPN-024-2020		✓		Sin fecha. Cronograma de ejecución APPI I y APPI II. Ejecución 4 semanas en el mes de septiembre 2020. Se detalla recepción de sitio, pre estudio de instalación de optimización de paneles eléctricos, presentación del plano instalación de ubicación de los paneles, instalación de los paneles una vez aprobado el sitio. No se detalló lo relacionado a los plazos de prueba y puesta en marcha de acuerdo a contrato
9	Justificación técnica solicitud de legalización de acuerdo suplementario No.1 Proceso contrato EPN-024-2020		✓		Comunicación del 06 de agosto 2020. Dado que EPN decidió financiar el proyecto con fondos propios, y no mediante financiamiento externo con línea verde con Banpro, el contratista presento su oferta sin IVA, por ser un requisito del banco. Por lo cual al asumir el financiamiento EPN, es necesario incluir el IVA, pasando a ser un monto de USD 1,069,160.00
10	Solicitud de modificación de ampliación de Contrato EPN-024-2020		✓		Solicitud realizada por el Contratista el 17 de septiembre 2020, solicitud de ampliación de periodo de ejecución en 4 meses adicionales, con fecha de finalización del 21 de febrero 2021. Razones: Contrato coincidió con la pandemia de Coronavirus, lo que provoco atrasos en la cadena suministro y logística, y por ende atrasos en los plazos de importación.
11	Justificación técnica. Modificación Contrato No.1		✓		Se acepta técnicamente la solicitud de modificación y se solicita al área legal, en los términos solicitados por el proveedor. Solicitado con fecha de 19 de octubre del 2020.
12	Modificación No.1 Contrato EPN-024-2020		✓		Ampliación de plazo 4 meses adicionales, por atrasos atribuibles por fuerza mayor, pasando el plazo de entrega de 6 a 10 meses. Firmado por las partes con fecha de 19 de octubre del 2020. Monto total del contrato U\$ 938,400.00 más IVA

No.	Información primaria del proyecto	Fase del Proyecto			Valoración de los alcances
		Formulación	Ejecución	Operación	
13	Cronograma de instalación APPI I y APPI II		✓		Instalación en ambas sedes duración 8 días en las primeras dos semanas de septiembre 2020, en las actividades no se evidencia los plazos de prueba y puesta en marcha.
14	Acta de recepción parcial No. 3		✓		EPN da por recibida a satisfacción los trabajos efectuados en APPI II conforme las especificaciones y servicios contratados. 22 de septiembre 2020. Monto contratado USD 23,000.00
15	Pago avalúo No. 3		✓		Factura, Acta de recepción parcial solo de la sede APPI y APPI II, detalle físico y financiero. Factura USD 41,400.00 más IVA Periodo de ejecución del 8 al 16 de septiembre 2020 (8 días).
16	Acta de recepción parcial No. 4		✓		EPN da por recibida a satisfacción los trabajos efectuados conforme las especificaciones y servicios contratados. Factura USD 460,000.00 09 de diciembre 2020.
17	Pago avalúo No. 5		✓		Acta de recepción parcial solo de la sede principal APC, detalle físico y financiero. Factura de USD 460,000.00 más IVA Periodo de ejecución del 25 de noviembre al 09 de diciembre 2020 (15 días)
18	Informe de Postulación al Premio Nacional a la Producción Más Limpia. Proyecto-Integración de Energía Renovable en Puerto Corinto			✓	Elaborado en el año 2023, alcance únicamente sede principal de Puerto Corinto, no incluyo los ante puertos. Se demostró que el sistema solar fotovoltaico generaba 34% del consumo en la acometida principal. Reducción de facturación anual por energía (ahorro del 45% respecto a 2020). Se usaron indicadores de desempeño: -Demanda máxima (kW), -Consumo de energía (kWh) -Valor del costo del kWh; -Reducción de toneladas de CO2 Hasta la formulación del documento de postulación es que se incluye el indicador de Reducción de toneladas de CO2

No.	Información primaria del proyecto	Fase del Proyecto			Valoración de los alcances
		Formulación	Ejecución	Operación	
19	Reportes Departamento Taller eléctrico APC			✓	Registro de facturación, monitoreo de principales indicadores de generación

Nota: Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de variables

Tabla 35

Matriz de variables de evaluación ex post

No.	Variable de evaluación ex post	Variables	Programado	Ejecutado	Fuente del indicador	
					Programado	Ejecutado
APC						
1	Eficiencia	Tiempo ejecución del componente (meses)	1 mes (septiembre)	15 días (25 de noviembre al 09 diciembre)	Cronograma presentado por el proveedor	Avalúo No. 5
2		Ejecución presupuestaria (USD)	460,000	529,000	Perfil de proyecto	Avalúo No. 5
1	Eficacia	Módulos Fotovoltaicos (Unidades)	1,019	1000	Términos de referencia del proyecto	Avalúo No. 5
2		Potencia instalada Sistema Fotovoltaico (kW)	400	400	Perfil de proyecto	Informe de Postulación al Premio Nacional a la Producción Más Limpia. Proyecto-Integración de Energía Renovable en Puerto Corinto. p.37
3		Energía promedio autogenerada mensual (kWh/mes)	60,000	60,192	Perfil de proyecto	Informes de facturación de Departamento de Taller Eléctrico APC a mayo 2025
4		Ahorro de consumo de energía (%)	34	34.3	Perfil de proyecto	Informes de facturación de Departamento de Taller Eléctrico APC a mayo 2025
6		Periodo de recuperación de la inversión (años)	5	5	Perfil de proyecto	Informes de facturación de Departamento de Taller Eléctrico APC a mayo 2025
APPI I						
1	Eficiencia	Tiempo ejecución del componente (meses)	1 mes (Julio)	8 días (8 al 16 de septiembre)	Cronograma presentado por el proveedor	Avalúo No. 3

No.	Variable de evaluación ex post	Variables	Programado	Ejecutado	Fuente del indicador	
					Programado	Ejecutado
2		Ejecución presupuestaria (USD)	23,000	26,450	Perfil de proyecto	Avalúo No. 3
1	Eficacia	Módulos Fotovoltaicos (Unidades)	70	80	Términos de referencia del proyecto	Avalúo No. 3
2		Potencia instalada Sistema Fotovoltaico (kW)	20	20	Perfil de proyecto	Avalúo No. 3
3		Energía promedio autogenerada mensual (kWh/mes)	3,000	677	Perfil de proyecto	Informes de facturación de Departamento de Taller Eléctrico APC a mayo 2025
4		Ahorro de consumo de energía (%)	45	43.37	Perfil de proyecto	Informes de facturación de Departamento de Taller Eléctrico APC a mayo 2025
6		Periodo de recuperación de la inversión (años)	5	7	Perfil de proyecto	Informes de facturación de Departamento de Taller Eléctrico APC a mayo 2025
APPI II						
1	Eficiencia	Tiempo ejecución del componente (meses)	1 mes (Julio)	8 días (8 al 16 de septiembre)	Cronograma presentado por el proveedor	Avalúo No. 3
2		Ejecución presupuestaria (USD)	18,400	21,160	Perfil de proyecto	Avalúo No. 3
1	Eficacia	Módulos Fotovoltaicos (Unidades)	56	65	Términos de referencia del proyecto	Avalúo No. 3
2		Potencia instalada Sistema Fotovoltaico (kW)	16	16	Términos de referencia del proyecto	Avalúo No. 3
3		Energía autogenerada promedio mensual (kWh/mes)	2,400	924	Perfil de proyecto	Informes de facturación de Departamento de Taller Eléctrico APC a mayo 2025

No.	Variable de evaluación ex post	Variables	Programado	Ejecutado	Fuente del indicador	
					Programado	Ejecutado
4		Ahorro de consumo de energía (%)	39	37.46%	Perfil de proyecto	Informes de facturación de Departamento de Taller Eléctrico APC a mayo 2025
6		Periodo de recuperación de la inversión (años)	5	6	Perfil de proyecto	Informes de facturación de Departamento de Taller Eléctrico APC a mayo 2025

Nota: Elaboración propia

Anexo 3. Matriz de evaluación de los criterios y variables

Tabla 36

Matriz de variables de evaluación ex post

Criterio	Indicador	Sede	Cuantitativo / Cualitativo	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación	Puntaje asignado	Calificación de variables por cada criterio	Puntaje por criterio
Ciclo de vida	Organización y contenido del documento a nivel de perfil del proyecto	NA	Cuantitativo/ Cualitativo	%	100	61	39	2	Insatisfactoria	2.00
Pertinencia	Relevancia cuando fue declarado viable el proyecto	APC, APPI I y II	Cualitativo	NA	NA	NA	NA	5	Muy satisfactoria	5.00
	Relevancia durante la evaluación ex post		Cualitativo	NA	NA	NA	NA	5	Muy satisfactoria	
	Satisfacción de los beneficiarios del proyecto		Cualitativo	NA	NA	NA	NA	5	Muy satisfactoria	
Eficiencia	Tiempo ejecución del componente	APC	Cuantitativo	Días	30	15	-15	5	Muy satisfactoria	4.40
		APPI I y II			31	8	-23	5	Muy satisfactoria	
	Ejecución presupuestaria	APC	Cuantitativo	%	460,000	529,000	15	4	Satisfactoria	
		APPI I			23,000	26,450	15	4	Satisfactoria	
		APPI II			18,400	21,160	15	4	Satisfactoria	

Criterio	Indicador	Sede	Cuantitativo / Cualitativo	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación	Puntaje asignado	Calificación de variables por cada criterio	Puntaje por criterio
Eficacia	Módulos fotovoltaicos instalados	APC	Cuantitativo	Unidades	1,019	1,000	-19	4	Satisfactoria	3.73
		APPI I			70	80	10	4	Satisfactoria	
		APPI II			56	65	9	4	Satisfactoria	
	Potencia instalada	APC	Cuantitativo	kW	400	400	0	5	Muy satisfactoria	
		APPI I			20	20	0	5	Muy satisfactoria	
		APPI II			16	16	0	5	Muy satisfactoria	
	Promedio de energía autogenerada	APC	Cuantitativo	kWh/mes	60,000	60,192	192	5	Muy satisfactoria	
		APPI I			3,000	677	-2,323	1	Muy insatisfactoria	
		APPI II			2,400	2,336	-64	4	Muy satisfactoria	
	Ahorro en consumo de energía	APC	Cuantitativo	%	34	34.29	0.29	5	Muy satisfactoria	
		APPI I			45	11	-34	1	Muy insatisfactoria	
		APPI II			39	37	-1.54	4	Satisfactorio	
	Periodo de recuperación de la inversión	APC	Cuantitativo	Años	5	4 años y 10 meses	+2 meses	5	Muy satisfactoria	
		APPI I			5	9	+4	1	Muy insatisfactoria	
		APPI II			5	6 años	+1	3	Parcialmente satisfactoria	

Criterio	Indicador	Sede	Cuantitativo / Cualitativo	Unidad de medida	Programado	Ejecutado	Variación	Puntaje asignado	Calificación de variables por cada criterio	Puntaje por criterio
Escala de valor global del proyecto									3.78	
									Medio / Aceptable	

Nota: Elaboración propia

Anexo 4. Encuestas a personal técnico

Tabla 37

Matriz de variables de evaluación ex post

Personal Técnico - Encuesta			
1- ¿Cree que el proyecto respondía a una necesidad energética real al momento de su implementación?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	2- ¿Recibió información clara sobre los objetivos del proyecto antes de su ejecución?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior
Sí	Si, esto debido a que se reduce el consumo de energía esto lleva a ahorros en el pago de factura, esto significa beneficios a la empresa.	No	
Sí	ya que se requería reducir los costos de facturación de energía eléctrica a través de un proyecto cuya viabilidad técnica económica fuera mayor a un 20% de su TIR y con una proyección de recuperación de capital a no mayor a 5 años	Si	Si ya que este proyecto se implementaría en el general mayor de la administración portuaria de corinto, donde sus consumidores de energía eléctrica son los mas representativos en la atención a los servicios portuarios
Sí	Si, dada la necesidad de implementar fuentes de energía renovable impulsando el ahorro energético y eficiencia	Si	Sí, la información sobre los objetivos fue clara y permitió comprender el alcance, las metas y los beneficios esperados del proyecto, lo cual facilitó el proceso de ejecución.
3- ¿Considera que el sistema fotovoltaico sigue siendo útil para las operaciones del puerto?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	4- ¿Se respetaron las especificaciones técnicas durante la instalación?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior

Personal Técnico - Encuesta			
Sí	Claro que sí, sigue siendo un beneficio para la disminución en el consumo energéticos de la empresa eso hace menos gastos.	No	Se debió considerar gran parte del consumo de energía de la empresa y no solamente ciertos consumidores.
Sí	ya que se mantiene la reducción en la facturación de energía.	No	ya que las limitantes del área a instalar el proyecto requerían de un lugar estratégico para la instalación del sistema el cual el puerto no contaba, en este caso se solicitó a la ADUANA el permiso de instalación de estos dispositivos en el techo de su bodega
Sí	En vista que aporta un porcentaje significativo y primordial para la reducción de costos por consumo energético de la red comercial	No	Se realizaron modificaciones en infraestructura para adaptar y reforzar la capacidad a instalar
5- ¿Se enfrentaron problemas técnicos relevantes durante la instalación?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	6- ¿Recibió capacitación o acompañamiento técnico previo y/durante la implementación del sistema fotovoltaico?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior
Sí	Por el lugar donde se instalarían, en el edificio de aduana ya que no pertenece a la empresa portuaria y eso lleva atrasos por las gestiones de permiso para la instalación	No	
Sí	si la capacidad de soporte del peso del sistema ya que al ser un edificio ajeno al puerto de corinto se requirió evaluar la estructura de la bodega, para evitar daños a la infraestructura	No	por qué se los términos del contrato no lo estipulaban
Sí	No se había contemplado el sistema infraestructural interno de las bodegas para soportar el peso total de los paneles, por lo que se reafirmo y verifico mediante un	No	Siempre es necesario acompañamiento para concretar los objetivos del proyecto y evaluar su factibilidad técnica y económica

Personal Técnico - Encuesta			
	reforzamiento la capacidad a instalar.		
7- ¿El sistema fotovoltaico opera correctamente según lo esperado?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	8- En una escala del 1 al 5, ¿cómo califica el desempeño actual del sistema?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior
Sí	Todo bien	4	Hasta el momento muy bien, pero se requiere de mayor frecuencia en su mantenimiento por el ambiente y lugar donde se encuentran instalados
No		4	bien porque es funcional siempre y cuando se lleven a cabo las indicaciones e implementación de los mantenimientos.
No		5	El sistema representa un gran ahorro económico para la empresa
9-¿Se han cumplido los objetivos de generación del sistema?	10-¿Se identificaron buenas prácticas que podrían replicarse en otros proyectos?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	11-¿Hubo factores técnicos o administrativos que afectaran la ejecución u operación el proyecto ?
Sí	Si	El uso de las energías renovables es la mejor opción hoy en día, esto con el fin de poder dar ayuda al medio ambiente a disminuir las emisiones de CO2, cabe destacar que son energías limpias e inagotables.	Sí
Sí	Si	siempre y cuando los planes de mantenimiento se ejecuten en tiempo y forma,	Sí

Personal Técnico - Encuesta			
Sí	Si	Prácticas de sostenibilidad y eficiencia al buen uso de la energía y aprovechamiento de los recursos	Sí
Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	12- ¿Tiene recomendaciones para mejorar la formulación, ejecución o seguimiento de futuros proyectos?	Comentario en relación a su respuesta anterior	13- ¿Cuál es su nivel de satisfacción general con los resultados del proyecto?
Inconvenientes en los sitios donde se requería realizar las instalaciones de los módulos.	No	No	4
el tema de estructura del techo de la aduana implicó tres días de retraso en la ejecución del servicio	Si	ya el tema de la garantía debe ser muy explícito	4
Factores técnicos como el inversor solar y el tiempo de respuesta por garantía	Si	Si, Recomendando fortalecer la etapa de diagnóstico inicial para adaptar el proyecto a las condiciones específicas de cada lugar, capacitar al personal que dará seguimiento, y establecer mecanismos de monitoreo y evaluación periódicos que permitan corregir a tiempo cualquier falla.	5
Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	14- ¿Considera que la energía solar es una solución viable para otros puertos del país?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	
	Sí	Es una energía que se encuentra disponible en cualquier parte del mundo y de manera gratuita, aunque un poco costosa la inversión, pero se genera grandes beneficios a través de los años.	

Personal Técnico - Encuesta			
Satisfactorio ya que se percibe los ahorros obtenidos y se contribuye a la reducción de emisiones de CO2 de forma indirecta	Sí	puesto que las cargas representativas en otros puertos son más de horario administrativo y se puede alcanzar un 91.3 por ciento de participación de la energía renovable en consumo de las áreas administrativas	
En vista que este tipo de sistema adopta flexibilidad, modularidad y ampliación a futuro en caso de aumento de carga.	Sí	Considero que la energía solar es una solución viable para otros puertos del país, porque permite reducir costos de energía y aprovechar un recurso abundante como el sol.	

Nota: *Elaboración propia*

Anexo 5. Encuesta personal directivo

Tabla 38

Matriz de variables de evaluación ex post

Personal Directivo - Encuesta			
1- ¿Considera que el proyecto respondió a una necesidad energética real al momento de su formulación?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	2- ¿Los objetivos del proyecto estaban alineados con las políticas institucionales y energéticas nacionales?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior
Si	Claro que sí, ya que el sistema antiguo, altos costos en la facturación, mal funcionamiento y el mal servicio que dicho sistema obsoleto prestaba, se vio la necesidad de implementar algo nuevo, novedoso y sobre todo que respondiera a la necesidad que había. Efectivamente que resultó, un buen % de la factura bajo, ya que la energía producida se entrega al despacho nacional y a su vez, se aplica a la baja de costos.	Si	El Gobierno ha invertido y ha orientado el cambio de la matriz energética, y nuestra empresa ha desarrollado este o otras medidas que benefician económicamente y sobre todo al Medio Ambiente
Si	Contribuyó a reducir la energía comercial y por ende la huella de carbono ya que la energía solar es energía limpia.	Si	Políticas ambientales
Si	Debido a un aumento en la demanda del puerto	Si	La de invertir en energías limpias, amigables con el medio ambiente.
3- ¿El proyecto se alinea actualmente con los objetivos institucionales?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	4- ¿El sistema fotovoltaico sigue siendo útil y necesario para las necesidades actuales del puerto?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior

Personal Directivo - Encuesta			
Sí	Totalmente, existe una política institucional y son la base para determinar los objetos que nos proponemos y cumplimos.	Sí	Claro, primero porque es amigable al medio ambiente con la generación de energía más limpia, segundo porque la inversión se está recuperando y llegará el momento que el beneficio económico será de ingreso más bien. O sea, una entrada más por generar energía que la pagan.
Sí	Eficientes procesos	Sí	Es muy funcional
Sí	Respuesta igual a la pregunta anterior.	Sí	Solo es útil para cubrir los horarios diurnos y debe mejorarse para cubrir la demanda de energía en los horarios nocturnos.
5- ¿La ejecución del proyecto respetó los plazos previstos inicialmente?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	6- ¿Los costos se mantuvieron dentro del presupuesto aprobado?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior
Sí	Repito, nos propusimos realizar y ver impacto inmediato y así fue, sobre todo en las facturas, segundo al ayudar al medio ambiente con menos emisiones de gases a la atmósfera, ya que estábamos aportando energía natural del sol. uno, la inversión en estos El otro plazo a mediados y dentro de poco, es la recuperación de lo invertido.	Sí	Bueno, aunque la inversión en este tipo de sistema es de alto costo, pero así mismo se ven los efectos positivos, ahorro, ayuda, mejora continua, recuperación a cierto plazo de lo invertido y después producirá ganancias. Vale la pena.
Sí		Sí	
Sí		Sí	
7- ¿Se contó con personal calificado para operar el sistema fotovoltaico?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	8- ¿Se identificaron desafíos significativos durante la instalación del sistema fotovoltaico?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior

Personal Directivo - Encuesta			
Sí	Lógicamente que se tuvo que contratar a una empresa profesional y técnicamente especialista en la materia, y no solo su instalación, sino también sus reparaciones y mantenimiento.	Sí	Por supuesto, se tuvo que realizar un exhaustivo análisis del lugar más idóneo de donde instalarse para aprovechar la energía del sol, que fuera sostenible, con acceso para su mantenimiento, y sobre todo seguro para operarlo.
Sí		Sí	Ubicación en un techo de una institución hermana
Sí	En cuanto a la instalación sí, fue realizada por personal calificado, posterior a la instalación no.	No	
9- ¿Considera que los objetivos del proyecto fueron claramente definidos desde la etapa de formulación?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	10- ¿El desempeño técnico del sistema fotovoltaico ha cumplido con las expectativas proyectadas?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior
Sí	Sin ellos no se hubiera logrado alcanzar la aprobación y autorización por nuestras autoridades y haber logrado vender el proyecto que era viable a la fuente que brindo el financiamiento.	Sí	Si ha cumplido, porque no ha presentado problemática sería, y los detalles se han atendido a tiempo y todo continúa bien.
Sí		Sí	
Sí		Sí	
11- ¿Los beneficios económicos esperados (ahorro energético, retorno de inversión) se cumplieron?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	12-En una escala del 1 al 5, ¿cómo califica el grado de cumplimiento de los objetivos del proyecto?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior
Sí	Claro. Y en respuestas anteriores lo he venido expresando, en el ahorro energético y la futura recuperación de la misma.	5	Doy la máxima, ya que desde que se propuso la idea, el proceso de instalación y los resultados esperados, han sido evidentes. Se han cumplido.
Sí	un poco más del 10% de la factura mensual en ahorro	5	

Personal Directivo - Encuesta			
Sí	En la etapa inicial estos no se cumplieron, las facturaciones de los primeros meses se elevaron, debido que la energía que se generaba se registraba como adicional al consumo promedio del puerto de la red pública, esto se corrigió hasta que se instaló un medidor bidireccional.	5	
13-En una escala del 1 al 5, ¿cómo califica el funcionamiento actual del sistema?	14- ¿Se identificaron buenas prácticas que deberían replicarse en proyectos similares?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior	15- ¿Cuál es su nivel de satisfacción general con los resultados del proyecto?
5	Sí	Por la experiencia positiva obtenida, estamos pensando en continuar desarrollando este tipo de sistemas en nuestra empresa	5
5	Sí		5
5	Sí		5
16- ¿Considera que la energía solar es una solución viable para otros puertos del país?	Comentario opcional en relación a su respuesta anterior		
Sí	Totalmente de acuerdo, que es una solución viable, mejor y rentable		
Sí			
Sí	Siempre que se pueda mejorar para atender las demandas de energía en los horarios nocturnos.		

Nota: *Elaboración propia*