

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Posgrados

**Mejora de la Cadena de Valor de TYDCO SERVICES: Reducción de
Costos y Generación de Valor Agregado mediante Soluciones
Sostenibles**

Gabriela Patricia Parra Lizano

**Santiago Calvopiña H, MBA
Director de Trabajo de Titulación**

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito
para la obtención del título de Máster en Administración de Empresas MBA

Quito, 30 de abril 2025

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**COLEGIO DE POSGRADOS****HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Aplicación de políticas de sostenibilidad y eficiencia en la cadena de suministro de combustible y en el funcionamiento de la gasolinera TYDCO SERVICES.

Gabriela Patricia Parra Lizano

Nombre del Director del Programa:	Juan José Espinosa de los Monteros
Título académico:	PhD
Director del programa de:	Director de Maestrías Escuela de Empresas

Nombre del Decano del colegio Académico:	Ana María Novillo
Título académico:	PhD
Decano del Colegio:	Decana del Colegio de Administración de Empresas

Nombre del Decano del Colegio de Posgrados:	Hugo Burgos
Título académico:	PhD

Quito, abril 2025

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombre del estudiante: Gabriela Patricia Parra Lizano

Código de estudiante: 00337515

C.I.: 1726235631

Lugar y fecha: Quito, 30 de abril de 2025.

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following graduation project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

Dedicatoria

A mis papis, Anibal y Elva, mi mayor inspiración y la razón por la que nunca dejé de soñar. Gracias por su amor incondicional, por estar siempre ahí, por enseñarme con su ejemplo a levantarme incluso en los días más difíciles. Ustedes me han mostrado que con esfuerzo, fe y corazón, todo es posible. Esta tesis es el reflejo de cada palabra de aliento y cada sacrificio que hicieron por mí.

A mi hermana Estefy, mi pilar en este proceso. Gracias por tu paciencia infinita, por escucharme sin juicio, por levantarme cada vez que sentía que no podía más. Tu apoyo fue mi refugio, y tu amor, mi impulso. No sé qué habría hecho sin ti.

A mis hermanas Daya y Naty, porque en cada momento de debilidad encontré en ustedes una fuente de fuerza inagotable. Gracias por caminar a mi lado, por su cariño, sus palabras y por sostenerme cuando más lo necesitaba. Cada avance que logré fue también gracias a su presencia.

Este logro no es solo mío. Es nuestro.

De ustedes, que nunca soltaron mi mano.

Agradecimientos

Quiero agradecer de todo corazón a todas las personas que hicieron posible este trabajo, no solo con su apoyo técnico o académico, sino con su cariño, paciencia y presencia constante en este largo camino.

A mi hermana Estefy, gracias infinitas. Esta tesis lleva tu nombre en cada página. Fuiste mi refugio en los días duros, mi guía cuando me sentí perdida, y mi empuje cuando las fuerzas flaqueaban. Gracias por escucharme, por quedarte a mi lado incluso en mis momentos de frustración, por animarme a seguir, y sobre todo, por no dejarme rendir. Este logro también es tuyo.

A mi familia, por ser mi base sólida y mi mayor motivación. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Cada palabra de aliento, cada gesto de amor y cada sacrificio que han hecho por mí se convierte hoy en una parte invaluable de este logro.

A mi tutor, Santiago Calvopiña, por su guía comprometida, su claridad y sus observaciones oportunas, que ayudaron a dar forma y profundidad a este trabajo. Su acompañamiento fue esencial para consolidar cada una de las ideas aquí presentadas.

A la empresa TYDCO SERVICES, por abrirme las puertas, confiar en este proyecto y permitir que esta tesis se nutra de la realidad operativa. Su compromiso con la mejora continua y la sostenibilidad fue una fuente de inspiración constante.

A cada uno de ustedes, gracias por haber formado parte de este capítulo tan importante de mi vida.

Resumen

Este trabajo de tesis presenta una propuesta para transformar las operaciones de TYDCO SERVICES hacia un modelo más eficiente, responsable y alineado con principios de sostenibilidad. A partir del diagnóstico de su cadena de valor y el análisis de oportunidades de mejora, se diseñó un plan de implementación de dos soluciones principales: un sistema fotovoltaico para la generación de energía renovable y un sistema de recuperación y condensación de vapores para reducir pérdidas de combustible y emisiones contaminantes.

Ambas tecnologías fueron seleccionadas por su capacidad de integrarse a la infraestructura existente sin afectar la operatividad diaria. El sistema solar permite aprovechar al máximo la energía diurna, mientras que el sistema de recuperación de vapores actúa en las dos fases críticas del proceso de abastecimiento: la descarga desde los camiones cisterna y el despacho a los vehículos. Juntas, estas soluciones permiten optimizar recursos, mejorar el cumplimiento normativo y avanzar hacia un modelo energético más limpio.

A través de una planificación detallada, cronogramas estructurados y mecanismos de seguimiento, la empresa podrá implementar estos cambios sin interrumpir su funcionamiento. El resultado es una propuesta sólida, replicable y alineada con las nuevas exigencias del mercado, que fortalece la competitividad de TYDCO SERVICES y la posiciona como una estación de servicio con visión de futuro.

Palabras clave: sostenibilidad, eficiencia energética, paneles solares, recuperación de vapores, estaciones de servicio, innovación operativa, impacto ambiental, transición energética, mejora continua.

ABSTRACT

This thesis develops a proposal to transform the operational model of TYDCO SERVICES into a more efficient, sustainable, and environmentally responsible framework. Through a comprehensive analysis of its value chain and internal processes, two key technologies were selected: a photovoltaic system to generate renewable energy and a vapor recovery and condensation system aimed at minimizing fuel losses and reducing emissions of volatile organic compounds.

Both systems were chosen for their high compatibility with the existing infrastructure and for their ability to function without disrupting daily operations. The solar panels take advantage of daytime consumption patterns to reduce dependence on the traditional electricity grid, while the vapor recovery system captures emissions during the most critical moments of fuel handling, during unloading and vehicle refueling, reintegrating those vapors as usable liquid fuel.

The implementation strategy was structured in progressive phases, supported by real-time monitoring and a continuous improvement approach. This allows TYDCO SERVICES to enhance operational performance, comply with environmental regulations, and position itself as an innovative and responsible player in the national fuel distribution sector.

Key words: sustainability, energy efficiency, solar energy, vapor recovery, fuel stations, environmental impact, operational optimization, renewable technologies.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	7
Abstract	8
1. Contexto	15
1a) Contexto y motivación para mejorar la sostenibilidad y eficiencia en la cadena de suministro de combustible y en el funcionamiento de la gasolinera TYDCO SERVICES.	15
1b) Objetivos del proyecto y beneficios esperados.	16
2. Diagnóstico de la cadena de valor actual.	19
2a) Descripción de la cadena de valor existente en la distribución de combustible y el funcionamiento de la gasolinera TYDCO SERVICES.	19
2b) Análisis de procesos y actividades clave.	21
2c) Identificación de áreas de oportunidad y desafíos.	23
3. Diseño de la integración de medidas sostenibles.	25
3a) Razones estratégicas para la integración de medidas sostenibles en la cadena de suministro de combustible y el funcionamiento de la gasolinera TYDCO SERVICES.	25
3b) Análisis de opciones de la Aplicación de políticas de sostenibilidad.	28
3c) Descripción detallada del nuevo modelo de integración.	36
3d) Propuesta de valor diferenciada.	77
3e) Sinergias con las operaciones existentes.	79
4. Evaluación de viabilidad.	81
4a) Análisis financiero y proyecciones relacionadas con la integración de medidas sostenibles en la cadena de suministro de combustible y el funcionamiento de la gasolinera.	82
5. Plan de implementación.	102
5a) Fases del proyecto: implementación progresiva de cada solución sostenible.	103
5b) Recursos necesarios para llevar a cabo el plan de implementación.	109
5c) Cronograma detallado de actividades.	112
6. Monitoreo y Ajustes.	116
6a) Indicadores de desempeño para medir el éxito de la integración de medidas sostenibles.	116
6b) Herramientas de seguimiento y control.	118
6c) Estrategias de mejora continua.	120
7. Conclusiones y Recomendaciones.	123
7a) Síntesis de los hallazgos más importantes del proyecto.	124
7b) Beneficios económicos, ambientales y operativos alcanzados.	125

7c) Recomendaciones para futuras optimizaciones.....	126
Referencias.....	129
ÍNDICE DE ANEXOS.....	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	30
TABLA 2	33
TABLA 3	55
TABLA 4	57
TABLA 5	58
TABLA 6	59
TABLA 7	84
TABLA 8	85
TABLA 9	86
TABLA 10	88
TABLA 11	89
TABLA 12	90
TABLA 13	90
TABLA 14	91
TABLA 15	91
TABLA 16	92
TABLA 17	92

TABLA 18	93
TABLA 19	95
TABLA 20	96
TABLA 21	96
TABLA 22	98
TABLA 23	101
TABLA 24	102
TABLA 25	113
TABLA 26	115

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: CADENA DE VALOR DE TYDCOSERVICES.....	21
FIGURA 2: ANÁLISIS FODA.....	25
FIGURA 3: INSTALACIÓN PANEL SOLAR.....	25

1. Contexto

- a) Contexto y motivación para mejorar la sostenibilidad y eficiencia en la cadena de valor de combustible y en el funcionamiento de la gasolinera TYDCO SERVICES.

En el sector de combustibles en Ecuador, la sostenibilidad y eficiencia son cada vez más relevantes debido a la creciente preocupación por el impacto ambiental de las operaciones empresariales y la necesidad de optimizar los recursos en un entorno altamente competitivo. Las estaciones de servicio, como puntos clave de la cadena de suministro, enfrentan retos como el cumplimiento de normativas ambientales, la reducción de emisiones contaminantes y la integración de tecnologías limpias que respondan a las demandas de consumidores más conscientes. TYDCO SERVICES se encuentra en una posición estratégica para liderar esta transición, adoptando soluciones innovadoras que refuercen su compromiso con la sostenibilidad (Magistrelli, 2023).

La mejora de la cadena de valor en las operaciones de combustibles no solo implica el cumplimiento de estándares ambientales, sino también la implementación de prácticas que optimicen el uso de los recursos y reduzcan los costos operativos. En Ecuador, donde las condiciones climáticas favorecen el uso de energías renovables como la solar, las empresas del sector tienen la oportunidad de integrar soluciones sostenibles que no solo minimicen su huella de carbono, sino que también generen un impacto positivo en su competitividad. Estas iniciativas permiten a empresas como TYDCO SERVICES posicionarse como referentes en un mercado que valora cada vez más el compromiso ambiental (FourKites, 2021).

A nivel global, la tendencia hacia la adopción de tecnologías limpias y prácticas empresariales responsables está transformando la industria de combustibles. En Ecuador, estas tendencias no son la excepción, y las empresas que incorporen sostenibilidad y eficiencia en su cadena de valor tendrán una ventaja competitiva significativa. TYDCO SERVICES tiene la oportunidad de alinearse con estas demandas, mejorando no solo su desempeño operativo, sino también su relación con consumidores, reguladores y comunidades que valoran cada vez más los esfuerzos ambientales y sociales de las organizaciones.

La motivación para mejorar la sostenibilidad y eficiencia en el funcionamiento de TYDCO SERVICES se centra en la necesidad de garantizar la viabilidad a largo plazo del negocio en un entorno que exige adaptabilidad e innovación. Al transformar sus operaciones mediante la integración de soluciones responsables, la empresa no solo reduce su impacto ambiental, sino que también fortalece su capacidad para enfrentar los desafíos del futuro y responder a las expectativas de un mercado en constante evolución.

b) Objetivos del proyecto y beneficios esperados.

El presente proyecto tiene como objetivo principal implementar estrategias sostenibles que fortalezcan la cadena de valor de TYDCO SERVICES, contribuyendo a la reducción de costos operativos y a la generación de valor agregado mediante soluciones innovadoras. Para ello, se han definido tres objetivos específicos: evaluar y probar la efectividad de un sistema de recuperación de vapores para mitigar las

emisiones contaminantes, instalar paneles solares que permitan disminuir el consumo energético convencional y habilitar estaciones de carga para vehículos eléctricos como parte de la transición hacia una movilidad sostenible. Estas medidas buscan alinear las operaciones de la empresa con las exigencias del mercado y los compromisos globales de sostenibilidad.

El sistema de recuperación de vapores es una solución efectiva para abordar uno de los mayores desafíos ambientales de las estaciones de servicio: las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV). Este sistema captura y transforma los vapores generados durante el suministro de combustible, reduciendo hasta en un 90% las emisiones que contribuyen a la contaminación del aire y al cambio climático, según datos de la Agencia de Protección Ambiental (US EPA, 2015). Al implementar esta tecnología, TYDCO SERVICES no solo cumple con las normativas ambientales locales, sino que también optimiza el uso de recursos al reincorporar los vapores capturados al suministro, logrando un impacto positivo tanto en términos ambientales como financieros.

La instalación de paneles solares representa una estrategia clave para reducir los costos energéticos y promover el uso de energías renovables en la operación de la gasolinera. Ecuador, gracias a su ubicación geográfica, cuenta con un potencial significativo para la generación de energía solar durante todo el año. Estudios realizados en el país indican que la implementación de sistemas fotovoltaicos puede reducir entre un 20% y un 30% los costos asociados al consumo eléctrico, con un retorno de inversión estimado entre cinco y siete años (Vásconez, 2024). Esta medida no solo disminuye la

huella de carbono de la empresa, sino que también refuerza su compromiso con la sostenibilidad y mejora su competitividad en un mercado en constante evolución.

Por otro lado, la habilitación de estaciones de carga para vehículos eléctricos busca responder a la creciente demanda de infraestructura para estas tecnologías en Ecuador (Franco, 2024). Aunque el mercado de vehículos eléctricos aún está en desarrollo, las políticas de incentivos y la concienciación ambiental han impulsado un aumento en su adopción. Incorporar estaciones de carga permitirá a TYDCO SERVICES diversificar sus servicios, atraer a un segmento de clientes enfocados en la sostenibilidad y posicionarse como un referente en movilidad limpia.

El impacto de estas medidas no se limita al ámbito económico y ambiental, sino que también abarca beneficios sociales. La reducción de emisiones mejora la calidad del aire en las comunidades cercanas, reduciendo riesgos de enfermedades respiratorias. Asimismo, el uso de estas tecnologías sostenibles refuerza el compromiso de TYDCO SERVICES con la responsabilidad social empresarial, fortaleciendo su relación con la comunidad y con los clientes que valoran el enfoque ambientalmente responsable de las empresas.

En conjunto, estos objetivos buscan posicionar a TYDCO SERVICES como un líder en sostenibilidad dentro del sector de combustibles en Ecuador. Al integrar estas soluciones, la empresa no solo optimiza sus operaciones y reduce costos, sino que también genera un impacto positivo en el entorno social y ambiental, garantizando su sostenibilidad y competitividad a largo plazo. La implementación de estas medidas

refuerza el compromiso de TYDCO SERVICES con un modelo de negocio responsable y resiliente, preparado para enfrentar los retos de un mercado en transformación.

2. Diagnóstico de la cadena de valor actual

a) Descripción de la cadena de valor existente en la distribución de combustible y el funcionamiento de la gasolinera TYDCO SERVICES.

El análisis de los procesos y actividades clave de TYDCO SERVICES identifica que su cadena de valor está centrada en la recepción, almacenamiento y distribución de combustibles como diésel y gasolina. La logística interna comienza en el Terminal El Beaterio, operado por Petroecuador, donde los tanqueros de TYDCO SERVICES cargan combustible bajo estrictas normativas de seguridad. Una vez en las instalaciones de la empresa, el producto se descarga a través de un surtidor hacia un sistema de tuberías subterráneas que lo dirige a los dispensadores para su distribución directa a los clientes. Este proceso asegura un flujo constante de combustible, pero también muestra áreas que requieren mejoras significativas.

En cuanto a operaciones, las actividades actuales se limitan a garantizar el almacenamiento seguro en tanques subterráneos y el monitoreo básico de los niveles de inventario. Estas prácticas cumplen con los estándares mínimos de seguridad y eficiencia, pero no incorporan tecnologías avanzadas que optimicen el control o permitan una gestión más sostenible. Por ejemplo, el sistema de monitoreo podría

beneficiarse de soluciones digitales que integren análisis en tiempo real para prever posibles interrupciones o mejorar la eficiencia operativa.

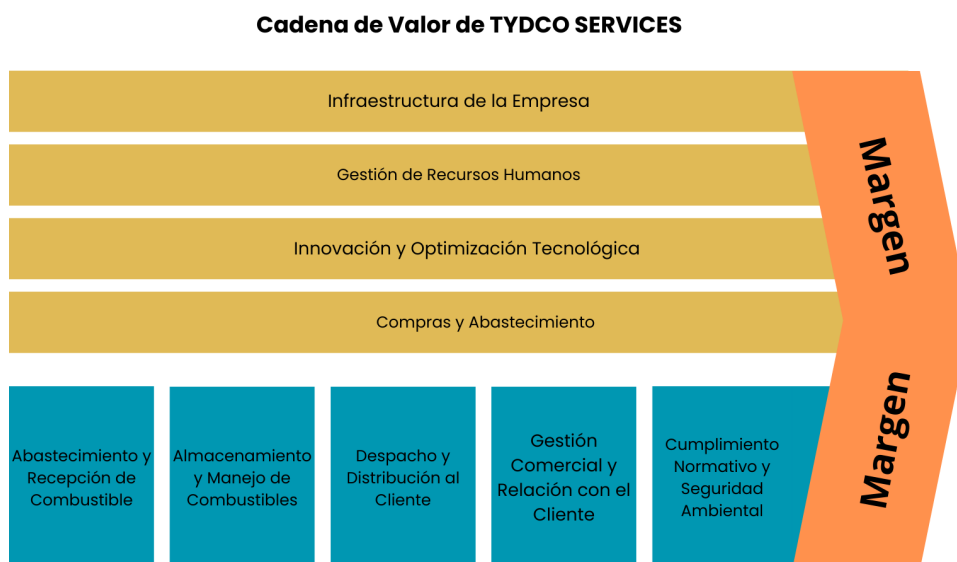
Un desafío crítico en la cadena de valor actual es la gestión ambiental, específicamente en la descarga de combustibles. Durante este proceso, los vapores generados se liberan directamente a la atmósfera, contribuyendo a la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV). Esta actividad no solo representa un impacto ambiental significativo, sino también una oportunidad desperdiciada para optimizar el uso de recursos mediante la implementación de un sistema de recuperación de vapores (Ludeño, 2019). Además, aunque la empresa realiza una recolección inmediata de derrames para evitar la contaminación, estas medidas son reactivas y no abordan el problema de manera estructural.

Las actividades de apoyo, como el abastecimiento, son clave para garantizar la estabilidad operativa de TYDCO SERVICES. La empresa mantiene relaciones sólidas con Petroecuador como proveedor principal y asegura el mantenimiento básico de su infraestructura. El análisis de consumo energético es esencial para mejorar la eficiencia operativa. Sin embargo, no se han integrado iniciativas de desarrollo tecnológico o energías renovables que puedan contribuir a la reducción de costos y al cumplimiento de objetivos sostenibles. Estas limitaciones afectan tanto la eficiencia operativa como la percepción de la empresa en un mercado que valora cada vez más las prácticas responsables.

En conclusión, las actividades clave de TYDCO SERVICES se centran en la gestión eficiente del combustible y el cumplimiento de normativas ambientales y de seguridad. Sin embargo, aunque los procesos actuales cumplen con los estándares mínimos de calidad, presentan áreas de mejora que pueden optimizarse mediante la integración de tecnologías avanzadas. La implementación de sistemas de recuperación de vapores y paneles solares no solo permitirá reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia operativa, sino que también fortalecerá la posición de la empresa en un mercado en constante evolución. Además, la exploración de nuevas oportunidades, como la instalación de estaciones de carga eléctrica, contribuiría a diversificar sus servicios, mejorando su competitividad en un entorno cada vez más enfocado en la eficiencia y la responsabilidad ambiental.

Figura 1

Cadena de valor de TYDCO SERVICES.



Nota. Elaboración propia.

b) Análisis de procesos y actividades clave.

La cadena de valor de la gasolinera TYDCO SERVICES inicia con la adquisición de combustibles como diésel y gasolina en el Terminal El Beaterio, de la industria PETROECUADOR, el principal comercializador de derivados del petróleo en Ecuador (*EP PETROECUADOR – Empresa Pública de Hidrocarburos Del Ecuador*, 2021). Los tanqueros de la empresa transportan el combustible desde el terminal hasta las instalaciones de la gasolinera, asegurando el cumplimiento de estrictas normativas de seguridad durante el proceso. Una vez en la estación, el combustible se descarga a través de un surtidor que lo dirige a un sistema de tuberías subterráneas, distribuyéndolo hacia los dispensadores para su venta directa al cliente. Actualmente, la operación se enfoca exclusivamente en la distribución de combustibles.

En términos de infraestructura, la gasolinera cuenta con tanques subterráneos para el almacenamiento seguro de combustible y sistemas básicos de monitoreo para controlar los niveles de inventario. Desde una perspectiva ambiental, TYDCO SERVICES adopta medidas como la recolección inmediata de derrames para evitar la contaminación de las alcantarillas (Dávila, 2018). Sin embargo, un desafío importante es la gestión de vapores, ya que durante la descarga de combustible los vapores se liberan directamente a la atmósfera debido a la ausencia de un sistema de recuperación, lo que contribuye a emisiones contaminantes que podrían mitigarse mediante tecnología adecuada.

Para mejorar la sostenibilidad y la eficiencia operativa, TYDCO SERVICES planea implementar iniciativas clave en su cadena de valor. La instalación de paneles solares permitirá aprovechar la radiación solar abundante en Ecuador, reduciendo la

dependencia de la red eléctrica convencional y disminuyendo los costos operativos. Además, la incorporación de un sistema de recuperación de vapores contribuirá a reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV), cumpliendo con las normativas ambientales y mejorando la eficiencia operativa de la estación (Ludeño, 2019). Asimismo, se prevé analizar la viabilidad de implementar estaciones de carga eléctrica para vehículos, considerando las tendencias del mercado y las necesidades de los clientes. Este análisis permitirá determinar si la inversión generará un retorno económico y contribuirá a la diversificación de los servicios ofrecidos por la empresa.

Con estas mejoras, TYDCO SERVICES no solo optimizará sus procesos operativos, sino que también fortalecerá su posicionamiento como una empresa innovadora y sostenible dentro del sector de combustibles en Ecuador. Estas iniciativas permitirán a la empresa adaptarse a las tendencias globales hacia la sostenibilidad, mejorar su competitividad en el mercado y contribuir al desarrollo sostenible del país.

c) Identificación de áreas de oportunidad y desafíos.

El análisis de la cadena de valor de TYDCO SERVICES ha permitido identificar diversas áreas de oportunidad y desafíos que afectan la eficiencia y sostenibilidad de sus operaciones. A pesar de que la empresa cumple con los estándares de seguridad y calidad en la distribución de combustibles, aún existen aspectos críticos que requieren mejoras para optimizar costos, reducir el impacto ambiental y fortalecer su competitividad en el mercado.

Uno de los principales desafíos es la gestión de vapores de combustible durante la descarga. Actualmente, los compuestos orgánicos volátiles (COV) generados en este proceso se liberan directamente a la atmósfera, lo que contribuye a la contaminación ambiental y representa una pérdida de recursos (Henrik,2023). La implementación de un sistema de recuperación de vapores permitiría mitigar este impacto y aprovechar mejor el combustible evaporado, reduciendo desperdicios y cumpliendo con regulaciones ambientales más estrictas.

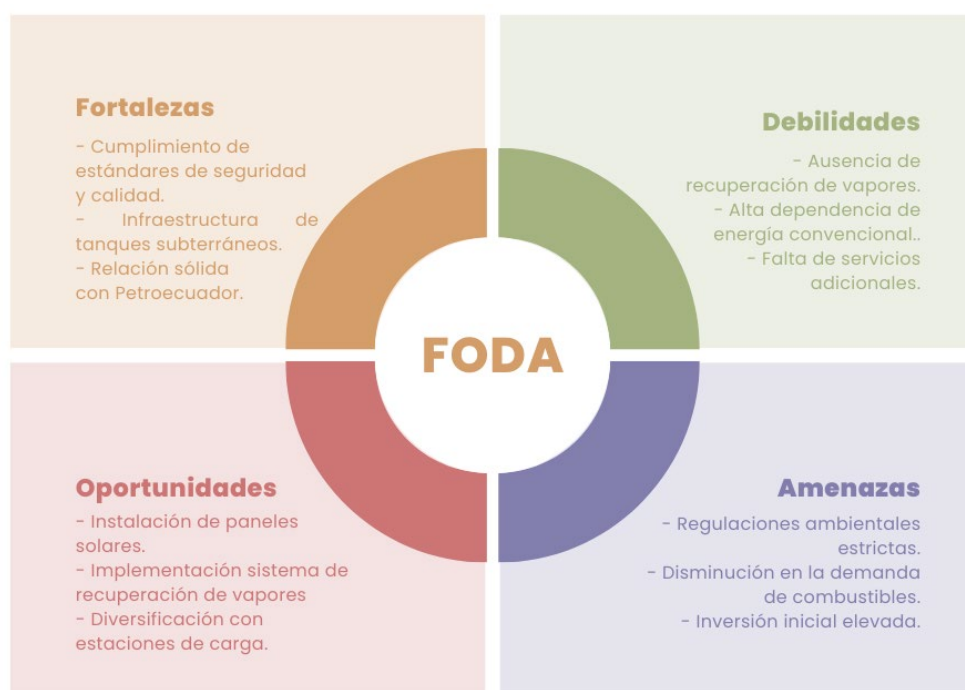
Otro aspecto clave es la eficiencia energética y reducción de costos operativos. La dependencia de la red eléctrica convencional supone un gasto significativo para la empresa. La instalación de paneles solares en las instalaciones permitiría generar energía limpia, disminuyendo la huella de carbono y reduciendo costos a largo plazo. Esta iniciativa se alinea con las tendencias globales hacia la sostenibilidad y ofrecería un beneficio económico y ambiental para la empresa (Nations, 2020).

Finalmente, la empresa enfrenta el desafío de diversificar sus servicios para mantenerse competitiva en un mercado en evolución, donde la creciente adopción de vehículos eléctricos abre la posibilidad de instalar estaciones de carga en la gasolinera. Aunque esta iniciativa requiere un análisis detallado de la demanda y la viabilidad financiera, podría representar una ventaja estratégica a futuro. En este sentido, la empresa tiene una oportunidad única para transformar su cadena de valor mediante la implementación de iniciativas sostenibles que fortalezcan su eficiencia operativa, reduzcan costos y la posicionen como un actor clave en la transición hacia un modelo

de negocio más sostenible. Al adoptar estas mejoras, TYDCO SERVICES no solo se adaptará a las nuevas tendencias del sector, sino que también asegurará su competitividad a largo plazo en un entorno de constantes cambios y regulaciones cada vez más exigentes.

Figura 2

Análisis FODA de TYDCO SERVICES.



Nota. Elaboración propia.

3. Diseño de la integración de medidas sostenibles

- a) Razones estratégicas para la integración de medidas sostenibles en la cadena de suministro de combustible y el funcionamiento de la gasolinera TYDCO SERVICES.

La integración de medidas sostenibles en la cadena de suministro de TYDCO SERVICES responde a la necesidad de reducir costos operativos, optimizar la eficiencia

energética y adaptarse a las tendencias globales que exigen operaciones más responsables con el medio ambiente (United Nations, 2020). La incorporación de un sistema de recuperación de vapores, paneles solares y estaciones de carga para vehículos eléctricos permitirá a la empresa no solo cumplir con las regulaciones ambientales vigentes en Ecuador, sino que también le proporcionará una ventaja competitiva al diferenciarse de otras estaciones de servicio que aún dependen exclusivamente de modelos operativos convencionales.

Uno de los principales beneficios de estas medidas es la reducción de costos operativos. La instalación de *paneles solares* en las instalaciones de TYDCO SERVICES permitirá disminuir el consumo de electricidad proveniente de la red pública, reduciendo así los gastos asociados a la energía (RDS, 2022). En una industria donde el consumo eléctrico es constante debido al funcionamiento de dispensadores, iluminación y sistemas de seguridad, el uso de energía solar representa una oportunidad para estabilizar costos a largo plazo, mejorar la rentabilidad y minimizar la exposición a fluctuaciones en las tarifas eléctricas. Además, la inversión en energía solar permite que la empresa opere con mayor autonomía y reduzca su impacto ambiental al disminuir la huella de carbono de sus operaciones.

Otra razón estratégica para la implementación de estas medidas es la necesidad de reducir las emisiones y adaptarse a las tendencias globales que exigen operaciones más responsables con el medio ambiente. En este contexto, el *sistema de recuperación de vapores* representa una solución clave para mitigar las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) generadas durante la descarga de combustibles (Mariano,

2024). Actualmente, estos vapores se liberan directamente a la atmósfera, lo que no solo contribuye a la contaminación ambiental, sino que también representa una pérdida económica al desperdiciar parte del combustible. Con este sistema, TYDCO SERVICES no solo capturará estos vapores, sino que los transformará nuevamente en líquido, recuperando gasolina utilizable. De esta manera, se evita el desperdicio de producto, se mejora la eficiencia operativa y se refuerza el compromiso de la empresa con prácticas más sostenibles y competitivas.

Además de los beneficios operativos y ambientales, la sostenibilidad también es un factor determinante en la percepción de la marca. Cada vez más consumidores buscan opciones que reflejen valores de responsabilidad ambiental, por lo que implementar medidas sostenibles contribuirá a mejorar la imagen de TYDCO SERVICES en el mercado. La adopción de tecnologías verdes, como los paneles solares y el sistema de recuperación de vapores, puede convertirse en un diferenciador clave que genere confianza y fidelización entre los clientes. A su vez, la empresa podrá fortalecer su reputación en el sector, posicionándose como un referente en innovación y compromiso con el medioambiente.

Por otro lado, la diversificación de servicios es una estrategia clave para la sostenibilidad a largo plazo de TYDCO SERVICES. La creciente adopción de vehículos eléctricos representa un cambio significativo en la industria del transporte, y aunque la demanda de combustibles fósiles sigue siendo predominante, es fundamental prepararse para la transición energética (Tapia, 2023). Evaluar la viabilidad de instalar *estaciones de carga para vehículos eléctricos* permitirá a TYDCO SERVICES anticiparse a la

demanda futura y atraer a nuevos segmentos de clientes. Esta inversión, además de representar un factor diferenciador frente a la competencia, fortalecerá la imagen de la empresa como un actor comprometido con la transición energética y la innovación en el sector.

En conclusión, la integración de medidas sostenibles en TYDCO SERVICES no solo responde a una necesidad ambiental, sino que también es una estrategia clave para la reducción de costos y la generación de valor agregado. La implementación de paneles solares, sistemas de recuperación de vapores y la evaluación de estaciones de carga eléctrica permitirán a la empresa optimizar su rentabilidad, mejorar su eficiencia operativa y fortalecer su competitividad en un mercado que evoluciona hacia soluciones más sostenibles. Al adoptar estas iniciativas, TYDCO SERVICES no solo garantizará su sostenibilidad a largo plazo, sino que también consolidará su posición como una empresa innovadora y alineada con las nuevas tendencias del sector energético en Ecuador.

b) Análisis de opciones de la Aplicación de políticas de sostenibilidad.

1. Paneles solares

La instalación de paneles solares en TYDCO SERVICES representa una oportunidad estratégica para reducir los costos energéticos y mejorar la eficiencia operativa de la empresa. Las estaciones de servicio requieren un consumo constante de electricidad para el funcionamiento de dispensadores,

sistemas de iluminación y equipos de monitoreo. Al depender exclusivamente de la red eléctrica convencional, se generan gastos recurrentes que impactan la rentabilidad del negocio. Con la generación de energía solar, se logrará disminuir esta dependencia, reduciendo los costos mensuales de electricidad en aproximadamente un 55% durante las horas de mayor consumo diurno y estabilizando los gastos operativos a largo plazo (Domene Serrano, 2023).

Actualmente, el consumo eléctrico de TYDCO SERVICES genera alrededor de 13,6 toneladas de CO₂ al año, tomando en cuenta la intensidad promedio de emisiones en Ecuador de 0,4 kg de CO₂ por cada kWh consumido (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2022). Gracias a la instalación de los paneles solares, que cubrirán el 55% del consumo diurno, se logrará evitar la emisión de aproximadamente 7,5 toneladas de CO₂ cada año, reduciendo el impacto ambiental en un 55% respecto al consumo eléctrico actual. Este aporte es relevante considerando que en zonas como el Valle de los Chillos, donde se encuentra ubicada la estación, la huella de carbono promedio por persona se estima entre 4 y 5 toneladas anuales (GAD Metropolitana de Quito, 2020). Así, la contribución de TYDCO SERVICES equivaldría a compensar la huella de carbono anual de entre 1,5 y 1,8 personas, reforzando su compromiso con la sostenibilidad y la reducción efectiva de su impacto ambiental.

Tabla 1

Impacto ambiental estimado de la implementación de paneles solares en TYDCO SERVICES

Concepto	Cálculo	Resultado
Consumo eléctrico anual	$2832 \text{ kWh/mes} \times 12 \text{ meses}$	33.984 kWh/año
Emisiones anuales de CO ₂	$33.984 \text{ kWh} \times 0,4 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$	13.593,6 kg CO ₂ = 13,6 toneladas
Reducción esperada (55%)	$13,6 \text{ toneladas} \times 0,55$	7,5 toneladas de CO ₂ evitadas
Huella promedio por persona	4 a 5 toneladas CO ₂ /año	
Personas equivalentes compensadas	$7,5 \text{ toneladas} \div 4\text{-}5 \text{ toneladas}$	1,5 a 1,8 personas

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

Desde el punto de vista económico, la instalación de paneles solares en TYDCO SERVICES representa una inversión estratégica con beneficios inmediatos y sostenibles. Actualmente, la empresa registra un gasto anual promedio de \$2.852,84 en consumo eléctrico. Con la implementación del sistema fotovoltaico, se estima un ahorro anual de \$2.056,03, lo que representa una reducción de aproximadamente el 72,1% en la factura eléctrica. Este ahorro sustancial no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también libera recursos que podrán ser destinados a otras áreas estratégicas de la empresa. A largo plazo, la generación propia de energía proporciona una mayor estabilidad frente a posibles incrementos en las tarifas eléctricas del mercado, fortaleciendo la sostenibilidad financiera de la empresa y reduce la dependencia de la red convencional (Pierre, 2022).

La implementación de esta tecnología también aporta valor agregado a nivel de imagen y diferenciación empresarial. Al incorporar prácticas

sostenibles en sus operaciones, TYDCO SERVICES no solo cumplirá con estándares ambientales y regulatorios más estrictos, sino que también reforzará su posicionamiento como una empresa moderna, innovadora y comprometida con el medio ambiente. Esta diferenciación permitirá atraer a un segmento de clientes cada vez más consciente de la responsabilidad ambiental, fortaleciendo la lealtad de los usuarios y abriendo nuevas oportunidades de mercado.

En conclusión, la implementación de paneles solares en TYDCO SERVICES representa una decisión estratégica que combina beneficios económicos, operativos y competitivos. La reducción del 55% en el consumo de energía convencional, la mitigación de 7,5 toneladas anuales de CO₂, los ahorros económicos de \$2.056.03 anuales y la proyección de una imagen corporativa comprometida con la sostenibilidad fortalecen de manera integral la cadena de valor de la empresa. Por estos motivos, la implementación de paneles solares se considera una opción viable y beneficiosa para TYDCO SERVICES, alineada con su objetivo de mejorar la cadena de valor mediante soluciones sostenibles.

2. Sistema de recuperación de vapores

La instalación de un sistema de recuperación de vapores en TYDCO SERVICES representa una decisión estratégica clave para mejorar la eficiencia operativa y el desempeño ambiental de la empresa. Durante los procesos de recarga de tanques y despacho de combustible a vehículos, actualmente se pierden alrededor de 1.997 galones de vapores al mes. Esta pérdida no solo

implica un desperdicio de producto que podría ser aprovechado, sino que también genera emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) al ambiente, contribuyendo al deterioro de la calidad del aire y al impacto ambiental negativo. La implementación de esta tecnología permitirá capturar y reutilizar dichos vapores, optimizando así el aprovechamiento del producto y reduciendo las emisiones contaminantes (Sanchez, 2024).

Este proceso se realiza mediante un sistema de sellado y condensación que impide la liberación de los vapores al aire, contribuyendo al cumplimiento de las normativas ambientales vigentes en Ecuador y alineándose con las tendencias globales hacia operaciones más sostenibles. Con la incorporación del nuevo sistema de condensación, se estima que será posible recuperar aproximadamente el 90% de esos vapores, lo que equivaldría a recuperar 1.797 galones de combustible cada mes. Desde el punto de vista económico, esta inversión ofrece beneficios significativos tanto a corto como a largo plazo. La reducción de pérdidas de combustible generará ahorros directos, mejorando la eficiencia operativa y aumentando la rentabilidad de la empresa. Asimismo, la implementación de este sistema permitirá evitar posibles sanciones derivadas del incumplimiento de las normativas ambientales, garantizando la continuidad operativa de la empresa y protegiendo su reputación ante los organismos reguladores.

Desde la perspectiva ambiental, este sistema permitirá una mitigación sustancial del impacto actual. Basado en estándares de conversión de emisiones,

se estima que, sin la recuperación de vapores, las pérdidas actuales podrían liberar alrededor de 19 toneladas de CO₂ equivalente por año, sumando la liberación de vapores en la recarga y despacho. Con la operación del sistema de recuperación, esa cifra se reduciría en aproximadamente un 90%, mitigando alrededor de 17,1 toneladas de CO₂ equivalente al año. Esta reducción es altamente relevante si se considera que, según datos del Ministerio del Ambiente, una persona en el Valle de los Chillos genera en promedio entre 4 y 5 toneladas de CO₂ al año (Ministerio del Ambiente, 2022). En otras palabras, el impacto ambiental mitigado por TYDCO SERVICES sería comparable a compensar las emisiones anuales de aproximadamente cuatro personas de la zona.

Tabla 2

Reducción estimada de emisiones y pérdidas de combustible mediante la recuperación de vapores en TYDCO SERVICES

Concepto	Cálculo	Resultado
Vapores perdidos por año	$1.997,37 \text{ gal/mes} \times 12 \text{ meses}$	23.968,44 gal/año
Emisiones de CO ₂ generadas sin sistema	$23.968,44 \times 8,78 \text{ kg/galón} \times 9\%$	19,0 toneladas/año
CO ₂ mitigado con recuperación	$19,0 \times 90\%$	17,1 toneladas/año
Equivalencia en huella de carbono humana	$17,1 \div 4,25 \text{ toneladas/persona}$	4 personas

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

En conclusión, la instalación del sistema de recuperación de vapores en TYDCO SERVICES representa una opción estratégica que ofrece beneficios

económicos, operativos y ambientales. La reducción de pérdidas de combustible y la mejora de la eficiencia operativa contribuirán a optimizar la rentabilidad de la empresa, mientras que el cumplimiento de las normativas ambientales y la significativa disminución de emisiones reforzarán su compromiso con la sostenibilidad. Reducir cerca del 90% de los compuestos orgánicos volátiles (COV) generados durante las operaciones permitirá no solo cumplir de forma anticipada con regulaciones ambientales cada vez más estrictas, sino también posicionar a la empresa como un referente en prácticas responsables dentro del sector de distribución de combustibles en Ecuador. Además, esta medida diferenciará a la empresa de su competencia, fortalecerá su reputación y consolidará su posición en el mercado como una organización innovadora, eficiente y alineada con los principios de sostenibilidad ambiental.

3. Estaciones de carga para vehículos eléctricos

La instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos en TYDCO SERVICES se planteó inicialmente como una alternativa estratégica para diversificar los servicios y atraer a un nuevo segmento de clientes enfocados en la movilidad sostenible. Este tipo de infraestructura se ha convertido en un elemento clave para apoyar la transición hacia el uso de vehículos eléctricos, contribuyendo a la reducción de emisiones y alineándose con las tendencias globales de sostenibilidad. Sin embargo, tras un análisis detallado del mercado local, se concluyó que esta inversión no es viable en el

corto plazo debido a la limitada adopción de vehículos eléctricos en Quito y en Ecuador en general, lo que afecta la demanda potencial de este servicio.

Según la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), durante el período de enero a septiembre de 2024, se vendieron 1.316 vehículos eléctricos en todo el país, lo que representa apenas el 1,6% del total de ventas de vehículos en ese período (Tapia, 2024). Si bien esta cifra muestra un crecimiento del 15% en comparación con el mismo período del año anterior, la participación de los vehículos eléctricos en el mercado automotriz ecuatoriano sigue siendo baja, lo que limita la viabilidad económica de invertir en estaciones de carga en el corto plazo.

En el contexto específico de Quito, aunque no existen cifras exactas de ventas, se puede realizar una estimación a nivel de provincia. Se ha determinado que, entre enero y septiembre de 2024, la provincia de Pichincha representó el 67,7% de las ventas de vehículos eléctricos en Ecuador (Amura, 2024). Dado que Quito es la ciudad principal de esta provincia, es razonable estimar que una proporción significativa de estas ventas se realizaron en la capital. Aplicando el porcentaje de participación de Pichincha, se estima que aproximadamente 891 vehículos eléctricos se vendieron en la provincia entre enero y septiembre de 2024. Es importante destacar que estas cifras son estimaciones basadas en los datos disponibles y la participación de mercado de Pichincha, por lo que las cifras reales podrían variar.

Esta tendencia a nivel de provincia sugiere que la adopción de vehículos eléctricos en la capital también es limitada. Además, la infraestructura de carga pública aún está en desarrollo, con aproximadamente 22 estaciones de carga disponibles en la ciudad (Ruiz & Salazar, 2024). Esta resulta insuficiente para atender una posible expansión de la flota de vehículos eléctricos, lo que podría ralentizar su crecimiento en los próximos años. La baja densidad de estaciones de carga y la limitada cantidad de vehículos eléctricos registrados indican que, actualmente, no existe una demanda suficiente que justifique la inversión en este tipo de infraestructura en las instalaciones de TYDCO SERVICES.

Aunque la implementación de estaciones de carga podría aportar valor agregado y fortalecer la imagen de la empresa como pionera en sostenibilidad, la realidad del mercado ecuatoriano sugiere que esta inversión no generaría los beneficios esperados a corto plazo. Por ello, se recomienda reevaluar esta opción en el mediano o largo plazo, una vez que la adopción de vehículos eléctricos haya alcanzado un nivel que justifique la instalación de una red de carga en las estaciones de servicio. Mientras tanto, TYDCO SERVICES podrá enfocar sus recursos en otras iniciativas sostenibles que ofrezcan un retorno más inmediato y contribuyan de manera efectiva a la reducción de costos y la generación de valor agregado mediante soluciones sostenibles.

c) Descripción detallada del nuevo modelo de integración.

1. Paneles Solares

a. Diseño y adaptación del sistema

i) Ubicación de los paneles

Para maximizar la eficiencia energética en TYDCO SERVICES, se ha planificado la instalación de paneles solares en áreas estratégicas de la estación. Los techos de las zonas de abastecimiento y las oficinas administrativas ofrecen superficies amplias y sin sombras, ideales para la colocación de los módulos fotovoltaicos. Esta ubicación no solo aprovecha el espacio disponible, sino que también contribuye a proteger las instalaciones de las condiciones climáticas, prolongando la vida útil de las infraestructuras.

Dada la ubicación geográfica de Quito, situada en el hemisferio sur, la orientación óptima de los paneles solares es hacia el norte. Esta disposición garantiza que los módulos reciban la máxima radiación solar a lo largo del día, optimizando la generación de energía. Además, se ha determinado que la inclinación óptima sea de 10 a 15 grados, ideal para las condiciones locales, minimizando las pérdidas de productividad y asegurando un rendimiento óptimo del sistema (Álvarez, 2017).

La elección de esta orientación e inclinación se basa en estudios que indican que, en Quito, ángulos superiores a 30 grados pueden resultar en pérdidas significativas de eficiencia, mientras que inclinaciones por debajo de

15 grados mantienen las pérdidas por debajo del 1% (Álvarez, 2017). Por lo tanto, al adoptar una inclinación de 10 grados y orientar los paneles hacia el norte, se asegura una captación óptima de energía solar.

La marquesina, con una superficie de 264 m² y orientada en dirección este-oeste, permitirá colocar los paneles en su lado norte para captar la mayor cantidad de radiación solar durante el día. Dado que su inclinación actual es de 6°, se recomienda ajustar la estructura de montaje para alcanzar un ángulo de 10° lo cual garantizará una mejor eficiencia energética y facilitará el drenaje del agua de lluvia. Por su parte, el techo del edificio de oficinas, con una superficie de 97.2 m², también orientado en dirección este-oeste, se adaptará de manera similar, colocando los paneles hacia el norte y ajustando su inclinación mediante estructuras de soporte para maximizar la captación solar durante todo el año.

La ubicación de la estación en Conocoto, Valle de los Chillos, presenta condiciones climáticas favorables para la generación solar, con temperaturas promedio de entre 8 °C y 19 °C, lluvias moderadas a lo largo del año y velocidades de viento que oscilan entre 13.2 km/h y 19.2 km/h (AccuWeather, 2024). Estas condiciones requieren que los paneles estén firmemente asegurados para resistir los vientos y que su inclinación permita un adecuado deslizamiento del agua de lluvia, evitando la acumulación de suciedad.

La instalación se realizará sin comprometer la estructura ni la estética de TYDCO SERVICES, utilizando sistemas de montaje que distribuyan

uniformemente el peso y aseguren la estabilidad a largo plazo. Además, se garantizará un acceso seguro para el mantenimiento periódico de los paneles, dejando espacios adecuados entre las filas y, si es necesario, instalando pasarelas para facilitar las labores de limpieza y revisión. Esta disposición permitirá aprovechar al máximo la radiación solar disponible, optimizando la eficiencia energética de la estación y contribuyendo al ahorro de costos operativos de manera sostenible.

ii) Capacidad del sistema

El sistema de paneles solares que se implementará en TYDCO SERVICES ha sido diseñado para cubrir aproximadamente el 55% del consumo eléctrico diario de la estación, correspondiente a la energía que se utiliza durante el horario de mayor coincidencia con la generación solar. Esta decisión se basa en un análisis detallado del perfil de consumo energético de la estación (Ver anexo 1), tomando en cuenta los horarios de funcionamiento de sus distintas áreas, los momentos de mayor demanda, y las características técnicas del sistema fotovoltaico propuesto. Aunque la operación del despacho de combustible se mantiene activa las 24 horas del día, no toda la energía consumida puede ser abastecida por los paneles solares, ya que estos solo generan electricidad durante las horas de radiación solar efectiva. Por esta razón, el sistema se ha dimensionado para cubrir únicamente la demanda aprovechable en tiempo real, sin considerar baterías de almacenamiento en esta etapa.

Para definir el porcentaje de cobertura, se analizó el comportamiento diario del consumo de energía en función de los horarios de operación. En el caso de TYDCO SERVICES, los picos de demanda energética están asociados principalmente a dos franjas horarias: entre las 05h00 y las 08h00, y entre las 16h00 y las 22h00, momentos en los que se registra una mayor afluencia de vehículos. Sin embargo, estas franjas horarias no coinciden plenamente con el horario de máxima generación solar, el cual se concentra entre las 08h00 y las 16h00. Por otro lado, las oficinas administrativas operan de 07h30 a 17h30, y durante ese periodo se produce un consumo adicional por el uso de computadoras, impresoras, iluminación, ventilación y otros equipos. Este bloque horario sí coincide con la ventana de producción solar, lo que permite aprovechar de manera directa la energía generada por el sistema fotovoltaico.

Con base en este comportamiento, se estimó que aproximadamente el 55% del consumo eléctrico total ocurre durante el periodo en el que la generación solar es aprovechable directamente. Considerando un consumo diario promedio de 88.5 kWh —calculado a partir de una factura mensual de 2832 kWh para un periodo de 32 días—, se proyecta que el consumo diurno efectivo representa 48.7 kWh diarios. Esta fracción es la que el sistema fotovoltaico buscará cubrir mediante la instalación de 21 paneles solares monocristalinos half-cell de 580 Wp cada uno, alcanzando una potencia total de 12.18 kWp. Esta configuración permitirá generar, en promedio, la cantidad de energía que se consume durante el día, sin incurrir en excedentes que no puedan ser utilizados, ni depender de tecnologías de almacenamiento.

El 45% restante del consumo diario, equivalente a aproximadamente 39.8 kWh, se genera en horarios donde no hay producción solar. Este consumo está principalmente asociado a la iluminación exterior, los sistemas de seguridad, el funcionamiento nocturno de las bombas y otros equipos que permanecen activos fuera del horario de generación solar. Debido a que el sistema no contempla baterías de respaldo, esta fracción del consumo continuará siendo abastecida por la red eléctrica convencional. La decisión de no incluir almacenamiento responde tanto a criterios técnicos como económicos, priorizando la eficiencia del sistema y el retorno de inversión en el corto plazo.

b. Componentes principales del sistema de paneles solares

El sistema de paneles solares que se implementará en TYDCO SERVICES estará compuesto por diversos elementos diseñados para garantizar una generación eficiente y sostenible de energía. Cada componente ha sido seleccionado considerando las condiciones climáticas del Valle de los Chillos y las necesidades operativas de la estación, buscando reducir costos energéticos y contribuir a la sostenibilidad del negocio.

El componente principal del sistema serán los paneles solares fotovoltaicos de silicio monocristalino, se utilizará el panel solar monocristalino Half-cell RESUN de 580 Wp, seleccionado por su alta eficiencia energética, su tecnología de media celda que mejora el rendimiento en condiciones de sombra

parcial, y su resistencia a la degradación por potencial inducido (Proviento, 2023). La instalación se realizará en los techos de las áreas de abastecimiento y oficinas administrativas, aprovechando al máximo la radiación solar y optimizando el uso del espacio disponible. Esta disposición no solo permitirá generar energía limpia, sino que también contribuirá a reducir la temperatura interna de las instalaciones al actuar como una barrera térmica.

Para transformar la energía generada en corriente continua (DC) en corriente alterna (AC), se utilizarán inversores solares de tipo on-grid, los cuales garantizan la compatibilidad con los equipos eléctricos de la estación. Se utilizará el inversor solar híbrido Growatt SPF 5000 ES, el cual permite la integración eficiente con la red eléctrica convencional. Este inversor admite hasta 6 kW de potencia nominal, lo que resulta ideal para gestionar los 21 paneles de alta capacidad que conforman el sistema. Su tecnología MPPT (seguimiento del punto de máxima potencia) asegura una conversión energética eficiente, adaptándose a las variaciones de radiación solar y maximizando el aprovechamiento de cada módulo fotovoltaico (Proviento, 2023). Además, el equipo cuenta con funciones de protección contra sobrecargas, cortocircuitos y fluctuaciones de tensión, lo que garantiza un funcionamiento seguro y estable en la operación diaria de la estación.

El sistema utilizará el Dongle ShineWiFi-X Datalogger de Growatt, un dispositivo de comunicación inalámbrica compatible con el inversor híbrido SPF5000-ES. Este datalogger permite supervisar en tiempo real la generación

de energía solar, el rendimiento del inversor y posibles anomalías del sistema, a través de las plataformas ShinePhone (app móvil) y ShineServer (versión web). Gracias a su conectividad Wi-Fi, recopila y transmite datos clave como producción diaria, tensiones, corriente y eventos de fallo, lo cual permite optimizar el rendimiento energético y detectar irregularidades de forma inmediata, sin necesidad de intervención física (Proviento, 2023).

Este sistema ofrece funciones de diagnóstico remoto, alertas automáticas por correo electrónico y visualización del historial de desempeño, facilitando un mantenimiento predictivo y eficiente. Además, su funcionalidad básica es gratuita de por vida, lo que lo convierte en una solución económica y práctica para la gestión energética de la estación (Growatt, 2025). Su disponibilidad en el mercado ecuatoriano asegura una integración local sencilla y un soporte técnico oportuno, fortaleciendo la sostenibilidad del sistema y asegurando un control operativo constante.

c. Materiales necesarios

Para garantizar la instalación y funcionamiento óptimo del sistema solar en la estación de servicio, se requiere la adquisición de materiales y componentes específicos que aseguren la eficiencia energética, la integración con la infraestructura existente y el cumplimiento de las normas de seguridad.

1) Paneles solares

- Cantidad: 21 paneles solares RESUN Half-cell de 580 Wp
- Potencia total: 12.18 kWp
- Características:
 - ✓ Tipo: Silicio monocristalino, tecnología half-cell
 - ✓ Alta eficiencia y resistencia a condiciones climáticas adversas
 - ✓ Vida útil estimada: 25 a 30 años

2) Inversor Solar

- Modelo: Growatt SPF 5000 ES
- Potencia nominal: Inversor híbrido (48 VDC, 5 kW nominal)
- Funciones principales:
 - ✓ Tecnología MPPT incorporada para optimizar el rendimiento del sistema
 - ✓ Compatible con sistemas de almacenamiento (en caso de futura expansión)
 - ✓ Protección contra sobrecargas, cortocircuitos y fallas de red

3) Sistema de Monitoreo y Control

- Dispositivo: Dongle ShineWiFi-X Datalogger de Growatt
- Plataformas: ShinePhone (móvil) y ShineServer (web)
- Funciones principales:
 - ✓ Monitoreo remoto 24/7 de generación y consumo energético
 - ✓ Diagnóstico remoto de fallas y alertas automáticas
 - ✓ Visualización de datos históricos y reportes de rendimiento

4) Cables y Conectores

- a. Cables de Corriente Continua (DC):

- Tipo: Cable solar fotovoltaico PV1-F 6 mm² de cobre estañado, con doble aislamiento XLPE, resistente a rayos UV, humedad y temperaturas extremas (Proviento, 2023).
- Sección: 6 mm² (AWG 10), adecuada para manejar corrientes generadas por los paneles solares y minimizar pérdidas.
- Cantidad estimada: 100 m (50m rojo y 50 m negro)

b. Cables de Corriente Alterna (AC):

- Tipo: Cable de cobre THHN/THWN-2, con aislamiento resistente a la intemperie, ideal para instalaciones en exteriores y canalizaciones.
- Cantidad estimada: 30 m en total

c. Conectores

- Tipo: Conectores MC4, estándar en conexiones fotovoltaicas por su seguridad y facilidad de uso.
- Especificaciones: Compatibles con cables de 6 mm², soportan voltajes de hasta 1,500 V DC y cuentan con certificación TUV (Proviento, 2023).
- Cantidad necesaria: Cada panel necesita 2 conectores MC4 (positivo y negativo).
- Total para 21 paneles: 42 conectores MC4.
- Margen de seguridad: Se recomienda adquirir 10 conectores adicionales en caso de fallas o mantenimiento.

5) Estructura de Montaje

- Material: Aluminio anodizado 6063-T5 para garantizar resistencia a la corrosión y durabilidad a largo plazo

- Cantidad de perfil requerido: 52.5 metros lineales
- Diseño:
 - ✓ Soportes inclinados a 10° para maximizar la captación solar durante todo el año
 - ✓ Sistema de anclaje diseñado para soportar vientos de hasta 100 km/h y cargas de nieve o lluvia moderada
- Instalación:
 - ✓ La estructura se fijará firmemente a la marquesina, distribuyendo el peso de los paneles de manera uniforme para no comprometer la integridad del techo
 - ✓ El montaje permitirá el acceso seguro para tareas de mantenimiento y limpieza

Figura 3

Instalación Panel Solar



Heliostrategiaecuador (2025). Estructura para techo plano.
(Ilustración). Heliostrategiaecuador

6) Protecciones Eléctricas

- 3 protecciones en el lado de Corriente Continua (DC): interruptor automático (proveedor Proviento), SPD DC (Delta Global) y seccionador de seguridad (CodeSolar).
- 3 protecciones en el lado de Corriente Alterna (AC): interruptor automático (proveedor Ecozaque), interruptor diferencial y SPD AC (Delta Global).
- Estas protecciones garantizarán la seguridad del sistema, evitando daños por sobrecargas, cortocircuitos o descargas atmosféricas y asegurando una operación estable en la estación de servicio.

d. Proceso de Instalación y Funcionamiento

La instalación del sistema de paneles solares en TYDCO SERVICES se llevará a cabo en varias etapas, asegurando una implementación eficiente y alineada con la infraestructura existente. Este proceso contempla desde la preparación del sitio hasta la integración y puesta en marcha del sistema, garantizando su correcto funcionamiento y máxima eficiencia energética.

El primer paso consiste en la preparación del sitio y evaluación estructural, donde se verificará la resistencia de los techos de la estación y las oficinas administrativas para soportar el peso de los 21 paneles solares monocristalinos RESUN Half-cell de 580 Wp cada uno. Se instalarán estructuras de montaje en aluminio anodizado 6063-T5, diseñadas para resistir

vientos de hasta 100 km/h y garantizar una inclinación óptima de 10° para maximizar la captación solar (Heliostrategia Ecuador, 2024). Estas estructuras serán fijadas firmemente a la marquesina y superficies seleccionadas, distribuyendo el peso de manera uniforme para no comprometer la integridad del techo.

Una vez finalizada la estructura, se procederá al montaje de los paneles solares, fijándolos a través de grapas intermedias y terminales resistentes a la corrosión. Posteriormente, se realizará la conexión eléctrica en serie de los módulos mediante conectores MC4 certificados, compatibles con 6 mm^2 y voltajes de hasta 1,500 V DC. La energía generada será conducida hacia el inversor mediante cables fotovoltaicos PV1-F de 6 mm^2 , con aislamiento XLPE y resistencia a condiciones climáticas adversas (Proviento, 2023). Para esta instalación se optimizará el uso de un rollo de 100 metros, distribuidos en 50 metros para cada polaridad.

En la siguiente etapa, se instalará el inversor híbrido Growatt SPF 5000 ES, que será el encargado de transformar la corriente continua en corriente alterna, para su uso directo en los equipos de la estación. Este inversor cuenta con tecnología MPPT para maximizar el aprovechamiento energético y funciones de protección contra fallos eléctricos (Proviento, 2023). Se conectará a la red interna de la estación mediante cableado tipo THHN/THWN-2 de 6 mm^2 , resistente a la intemperie, utilizando una longitud estimada de 30 metros, canalizado adecuadamente hasta el tablero principal.

Para el monitoreo del sistema, se instalará el dispositivo Dongle ShineWiFi-X Datalogger de Growatt, el cual permitirá la supervisión remota del rendimiento del sistema a través de las plataformas ShinePhone y ShineServer. Este sistema facilitará el seguimiento del comportamiento energético del sistema, incluyendo alertas automáticas, diagnósticos en línea y visualización de informes de generación, garantizando el control y mantenimiento del sistema en el tiempo.

Finalmente, se incorporarán protecciones eléctricas tanto en el lado de corriente continua (DC) como en corriente alterna (AC) para garantizar la seguridad del sistema y prevenir daños por sobrecargas, cortocircuitos o descargas atmosféricas. Estas protecciones incluirán interruptores automáticos, dispositivos de protección contra sobretensiones (SPD) y seccionadores de seguridad, asegurando una operación estable en la estación de servicio (Delta Global, 2024).

Tras la instalación, se realizarán pruebas de funcionamiento y calibración, evaluando el desempeño del sistema y verificando que la producción de energía cumple con los parámetros establecidos. Asimismo, se capacitará al personal de la estación en el uso del sistema de monitoreo, mantenimiento preventivo y protocolos de seguridad. Con la puesta en marcha del sistema, se espera una reducción significativa en el consumo eléctrico convencional, optimizando los costos operativos y consolidando a TYDCO

SERVICES como una empresa comprometida con la sostenibilidad y la eficiencia energética.

e. Mantenimiento y monitoreo del sistema

El mantenimiento y monitoreo del sistema fotovoltaico instalado en la estación de servicio es fundamental para garantizar su eficiencia y prolongar su vida útil. Para ello, se implementará un mantenimiento preventivo que incluirá la limpieza periódica de los paneles solares cada tres a seis meses, evitando la acumulación de polvo y residuos que puedan reducir su capacidad de captación solar (REC Solar, 2019). Asimismo, cada seis meses se realizará una inspección de los cables y conectores para verificar su estado y evitar fallos eléctricos. La revisión de los dispositivos de protección, como interruptores automáticos y protectores contra sobretensiones, también será parte del mantenimiento preventivo, asegurando su correcto funcionamiento ante posibles sobrecargas o picos de voltaje (Espinoza, 2015).

En caso de presentarse alguna anomalía, se aplicará mantenimiento correctivo, que incluirá el diagnóstico del sistema, la revisión del inversor híbrido Growatt SPF 5000 ES y, si fuera necesario, la sustitución de paneles defectuosos, conectores dañados o protecciones eléctricas comprometidas. Las alertas generadas por el sistema de monitoreo permitirán detectar caídas en la producción o fallas específicas, agilizando la respuesta técnica y evitando tiempos de inactividad prolongados (Proviento, 2023). Además, si se identifican

cambios en la demanda energética de la estación, se podrán realizar ajustes en los parámetros del inversor para optimizar el suministro según las nuevas condiciones de carga.

El monitoreo del sistema se realizará a través del Dongle ShineWiFi-X Datalogger de Growatt, que permitirá visualizar la generación diaria, el estado del inversor, y la presencia de posibles errores desde cualquier dispositivo con acceso a internet. Las plataformas ShinePhone y ShineServer, compatibles con el inversor, facilitarán un seguimiento remoto constante sin necesidad de desplazamientos (Growatt, 2025). La funcionalidad básica del sistema está incluida sin costo adicional con la adquisición del inversor, mientras que las funciones avanzadas pueden ser activadas mediante una suscripción opcional, cuyo costo anual varía entre 50 y 150 USD, dependiendo del nivel de servicio contratado.

Con estas estrategias de mantenimiento y monitoreo, el sistema fotovoltaico garantizará una operación segura y eficiente, maximizando el aprovechamiento de la energía solar y reduciendo el impacto de posibles fallos en el suministro eléctrico. La combinación de mantenimiento preventivo, correctivo y supervisión remota permitirá optimizar la inversión en energía renovable, asegurando que la estación de servicio mantenga su compromiso con la eficiencia energética y la sostenibilidad (Espinoza, 2015).

2. Sistema de Recuperación de Vapores

a. Diseño y adaptación del sistema

i) Ubicación y Adaptación a la Infraestructura

El sistema de recuperación de vapores se integrará en la infraestructura existente de la estación de servicio sin afectar su operatividad. Su instalación se realizará en los surtidores de combustible y los tanques de almacenamiento subterráneo, asegurando la captura eficiente de los vapores generados tanto en el despacho como en la recarga de combustible. Esta adaptación permitirá minimizar pérdidas del producto por evaporación, optimizar el aprovechamiento de combustible y reducir la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs) al ambiente (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2018).

En los surtidores, se instalarán boquillas y mangueras con doble conducto, diseñadas para capturar los vapores que se liberan durante el llenado del tanque del vehículo y redirigirlos al sistema centralizado de recuperación. Este proceso se realizará de forma automática, sin afectar la velocidad de despacho ni la experiencia del usuario (Energy & Commerce, 2023). Además, al ser compatible con la infraestructura ya existente, la instalación podrá realizarse sin mayores intervenciones estructurales, lo que reducirá tiempos de ejecución y costos de adecuación.

En los tanques de almacenamiento subterráneos, se implementarán válvulas de control de presión, sellos herméticos de alta resistencia y sistemas

de tubería sellada, para garantizar que los vapores desplazados durante la descarga de los camiones cisterna no sean liberados al ambiente. Estos vapores serán canalizados hacia un Sistema de Condensación de Vapores, específicamente diseñado para TYDCO SERVICES. Este equipo permitirá transformar los vapores recuperados en líquido de gasolina nuevamente, reincorporándolos al ciclo de almacenamiento y venta. Esta tecnología no solo evitará pérdidas económicas, sino que convertirá lo que antes era desperdicio en producto aprovechable, mejorando el rendimiento económico de cada carga de combustible (Petrotech, 2022).

El sistema contará con sensores de monitoreo instalados en puntos estratégicos, los cuales medirán la cantidad de vapores recuperados y detectarán posibles fugas. Estos sensores estarán conectados a la plataforma de gestión de la estación, permitiendo la supervisión en tiempo real y el ajuste del sistema según las condiciones operativas (Zeeco, 2023). La implementación de este sistema garantizará el cumplimiento de normativas ambientales, mejorará la eficiencia energética y fortalecerá la seguridad operativa de la estación de servicio.

ii) Capacidad del sistema

El sistema de recuperación de vapores que se implementará en TYDCO SERVICES ha sido diseñado para reducir de forma significativa las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs) y minimizar las pérdidas de

combustible en la estación de servicio. Actualmente, la estación vende un promedio de 203,423.42 galones de combustible al mes, distribuidos en 92,949.42 galones de diésel, 105,810.08 galones de gasolina extra y 4,663.92 galones de gasolina súper. Considerando la evaporación promedio en estaciones de servicio, se estima que entre 0.2% y 0.5% del combustible despachado se pierde en forma de vapor (EPA, 2001); para este proyecto se ha considerado un valor promedio del 0.40% como referencia operativa, dado que refleja una condición representativa del funcionamiento cotidiano de la estación.

El sistema operará en dos fases para garantizar la máxima eficiencia: Fase I (recuperación en la carga de combustible) y Fase II (recuperación en los surtidores). En la Fase I, durante la descarga de combustible desde los camiones cisterna, se instalarán válvulas de control de presión y sellos herméticos en los tanques subterráneos, evitando la liberación de vapores a la atmósfera. Estos vapores capturados serán redirigidos hacia el sistema de condensación, donde se enfriarán y transformarán nuevamente en líquido, permitiendo su reincorporación como combustible utilizable. TYDCO SERVICES mantiene como política operativa un volumen mínimo de 2,000 galones en cada tanque, como parte de su estrategia de seguridad y abastecimiento continuo.

La infraestructura de almacenamiento de la estación consta de tres tanques subterráneos: el primero, con una capacidad de 8.300 galones, destinado exclusivamente a diésel; el segundo, de 8.250 galones, para gasolina extra; y el tercero, de 9.178 galones, que se encuentra compartido entre gasolina súper y diésel. Esta estrategia de recuperación, apoyada en la tecnología de condensación, permitirá reducir las pérdidas económicas por evaporación y contribuirá de manera directa a la disminución de emisiones contaminantes (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2018). Al capturar y reconvertir los vapores liberados durante la descarga de combustibles, se logrará estabilizar la presión interna de los tanques, garantizando una operación más segura y evitando la liberación innecesaria de gases a la atmósfera.

Tabla 3

Volúmenes de tanques en TYDCO SERVICES

Tanque	Tipo de combustible	Capacidad total (Galones)	Volumen mínimo (galones)	Volumen promedio recargado por vez
Tanque 1	Diésel	8300	2000	6300
Tanque 2	Gasolina Extra	8250	2000	6250
Tanque 3 (compartido)	Súper y Diésel	9178	2000	7178
TOTAL		25728		19728

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

Considerando el volumen mínimo por tanque, el volumen promedio recargado por cada tanque en cada descarga es de 6,300 galones para el tanque

de diésel, 6,250 galones para el tanque de gasolina extra y 7,178 galones para el tanque compartido de súper y diésel. Con base en estos volúmenes y aplicando el coeficiente de evaporación promedio del 0,40%, se calculó la pérdida de combustible por cada operación de recarga, en base a la formula:

$$\text{Valores perdidos} = \text{Volumen despachado} * \text{Porcentaje de evaporación}$$

Adicionalmente, es importante señalar que la operación de recarga de los tanques subterráneos se realiza pasando un día, es decir, un día se realiza la descarga de combustible y al siguiente no, repitiéndose este ciclo de manera continua. Bajo esta dinámica, en un mes promedio de 30 días se completan aproximadamente 15 recargas de combustible por tanque. Por lo tanto, para el tanque 1, la pérdida estimada por descarga es de 25.2 galones; para el tanque 2, de 25 galones; y para el tanque 3, de 28.712 galones. Mientras que la pérdida mensual acumulada asciende a 378 galones para el tanque de diésel, 375 galones para el tanque de gasolina extra y 430.68 galones para el tanque compartido. En total, la estación experimentaría una pérdida aproximada de 1,183.68 galones de combustible al mes únicamente durante la fase de recarga.

Tabla 4

Estimación de pérdidas por evaporación durante la recarga de tanques subterráneos en TYDCO SERVICES

Tanque 1	
Galones por recarga	6300
Pérdida por recarga	25,2
Pérdida mensual (15 recargas)	378
Tanque 2	
Galones por recarga	6250
Pérdida por recarga	25
Pérdida mensual (15 recargas)	375
Tanque 3	
Galones por recarga	7178
Pérdida por recarga	28,712
Pérdida mensual (15 recargas)	430,68
Total pérdidas por recarga (por mes)	
Tanque	Pérdida mensual estimada (gal)
Tanque Diésel	378
Tanque Extra	375
Tanque Súper/Diésel	430,68
Total	1183,68

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES

(2025).

En la Fase II del proyecto, se implementarán mangueras y boquillas de doble conducto en los surtidores de combustible, adaptadas para capturar de forma continua los vapores liberados durante el despacho a los vehículos. Estos vapores, que representan aproximadamente el 0,40% del volumen total de ventas mensuales, equivalentes a 813,69 galones sobre 203.423,42 galones vendidos, serán redirigidos hacia el sistema de almacenamiento y condensación sin alterar la experiencia de los usuarios ni afectar la velocidad de despacho. Esta medida es especialmente importante en los horarios de

mayor demanda, que ocurren entre 5:00 a.m. - 8:00 a.m. y 4:00 p.m. - 10:00 p.m., momentos en los que el volumen de combustible despachado es significativamente mayor. Para optimizar el sistema, se ha decidido que la recuperación de vapores funcione de forma continua, ya que mantener un control permanente sobre la captura de vapores reducirá al máximo las emisiones sin depender de picos de demanda (Energy & Commerce, 2023).

Tabla 5

Estimación de pérdidas por evaporación durante el despacho de combustible a los vehículos en TYDCO SERVICES

Durante el despacho de combustible a los vehículos	
Pérdidas forma de vapor	0,40%
Ventas al mes	203423,4167
Total pérdidas por despacho mensual	813,6936667

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

El sistema completo ha sido diseñado bajo altos estándares de eficiencia operativa, garantizando la recuperación de entre el 90% y el 95% de los vapores generados. A partir de un análisis conservador, se ha considerado un escenario promedio de recuperación del 90%, lo que permitirá capturar aproximadamente 1.797 galones de vapores cada mes (de un total de 1.997 galones de vapores emitidos mensualmente). Esto no solo evita pérdidas económicas de combustible, sino que también reduce de forma significativa la contaminación ambiental asociada a la liberación de compuestos orgánicos

volátiles (COVs).

Tabla 6

Estimación de pérdidas por evaporación en TYDCO SERVICES

Tipo de pérdida	Cantidad
Recarga de tanques	1183,68
Despacho a vehículos	813,6936667
Total	1997,373667

Sistema de recuperación de vapores	
Vapores perdidos al mes	1997,373667
Recuperación al 90%	1797,6363

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

La incorporación de la tecnología de condensación permitirá que los vapores recuperados sean transformados nuevamente en gasolina líquida utilizable, mejorando aún más el aprovechamiento del producto. Este proceso de recuperación líquida minimiza la necesidad de ventilaciones atmosféricas y optimiza la eficiencia del sistema (Petrotech, 2022). Además, se integrarán sensores de presión, caudal y monitoreo continuo, conectados a la plataforma de gestión de la estación, para supervisar en tiempo real el rendimiento del sistema y detectar cualquier anomalía operativa.

Con esta implementación, TYDCO SERVICES no solo mejorará su sostenibilidad ambiental y reducirá sus pérdidas económicas, sino que también

garantizará el cumplimiento de las normativas ambientales nacionales e internacionales aplicables al sector de combustibles, fortaleciendo su compromiso con la eficiencia operativa y la protección ambiental.

b. Componentes principales del sistema

El sistema de recuperación de vapores que se implementará en TYDCO SERVICES está compuesto por una serie de dispositivos diseñados para capturar, redirigir y condensar los vapores generados durante la recarga de los tanques subterráneos (Fase I) y el despacho de combustible a vehículos (Fase II). La selección de estos componentes se ha realizado considerando las características operativas de la estación y el cumplimiento de normativas ambientales, con el objetivo de reducir las pérdidas de combustible y minimizar la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs) (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2022).

Durante la descarga de combustibles desde los camiones cisterna hacia los tanques subterráneos de TYDCO SERVICES (Fase I), se generan importantes volúmenes de vapores que, si no se controlan, pueden liberarse directamente a la atmósfera. Para evitar estas pérdidas, en esta fase se instalará un sistema de captación basado en válvulas de presión-vacío OPW 623V-2203 de 2 pulgadas y sellos de diafragma D85 Flow Thru, los cuales garantizarán un cierre hermético en los puntos de transferencia. Estas válvulas regularán la presión interna de los tanques durante el llenado, permitiendo capturar los

vapores desplazados y redirigirlos hacia el sistema de recuperación (OPW Global, 2023).

Los vapores recuperados serán conducidos mediante tuberías selladas hasta una Unidad de Recuperación y Condensación de Vapores (VRU Compacta), equipada con un sistema de refrigeración y un tanque recolector de condensados, donde serán enfriados y transformados nuevamente en combustible líquido utilizable (Petrotech, 2022). Esta tecnología de condensación permitirá reducir en aproximadamente un 90% las emisiones generadas durante la recarga, maximizando la eficiencia del proceso y minimizando el impacto ambiental.

En paralelo a la recuperación durante la recarga, el sistema incluirá la captura continua de los vapores generados cuando los clientes abastecen sus vehículos (Fase II). Para ello, los surtidores serán equipados con una combinación de boquillas OPW 21Ge y mangueras coaxiales OPW 241TPS-1000 TWP de 1 pulgada, dispositivos específicamente diseñados para capturar los vapores desplazados durante el llenado. Estas mangueras de doble conducto permitirán que el combustible fluya hacia el vehículo mientras los vapores son simultáneamente capturados y redirigidos hacia las líneas de recuperación (OPW Global, 2023).

Los vapores captados serán conducidos a través de acoples rápidos Camlock y reforzados con abrazaderas de acero inoxidable 304, asegurando

conexiones herméticas que impidan cualquier fuga. El flujo de vapores pasará nuevamente por válvulas de presión-vacío OPW 623V-2203 y sellos de diafragma D85 Flow Thru, garantizando un sistema completamente cerrado y cumpliendo con los estándares internacionales de control de emisiones de COVs (Ecuatoriana Industrial, 2024).

Para garantizar el retorno seguro de los vapores a los tanques de almacenamiento, se instalarán tuberías coaxiales KPS con sus respectivos conectores y válvulas check en Y de acero inoxidable, diseñadas para soportar hidrocarburos y garantizar un flujo eficiente. En los tanques subterráneos, el sistema de captación durante la descarga de camiones cisterna contará con sellos herméticos y válvulas de retención de presión, mejorando el control operativo en la Fase I del proceso de recuperación (Franklin Fueling Systems, 2023).

Como parte del sistema de monitoreo, se utilizará la plataforma Franklin Fueling Systems HEALY, que incluirá sensores de flujo de vapores, el cual supervisará la cantidad de vapores recuperados y detectará posibles fallos en el sistema. Este sistema enviará alertas automáticas en caso de anomalías, asegurando una respuesta rápida para optimizar el rendimiento y la seguridad operativa (Franklin Fueling Systems, 2023). El software Zencillo Automatización permitirá la supervisión remota, emisión de alertas y la gestión eficiente del sistema, garantizando que se mantenga dentro de los parámetros de eficiencia previstos (Zencillo, 2024). Este software especializado para estaciones de servicio facilitará la administración del sistema de recuperación

de vapores, optimizando su funcionamiento y asegurando el cumplimiento de normativas ambientales.

De forma complementaria, se instalará un sistema de recuperación y condensación VRU Compacta, el cual transformará los vapores capturados nuevamente en combustible líquido utilizable, evitando así emisiones y pérdidas de producto (Petrotech, 2022). Esta unidad se complementará con un sistema de refrigeración/Chiller, una bomba de retorno de condensados, un tanque recolector intermedio, filtros de hidrocarburos y gases inertes, y un controlador automático de condensación, todos conectados mediante tuberías de acero inoxidable para alta presión.

Esta tecnología de condensación aplicada tanto en la recarga de tanques como en el despacho vehicular posicionará a TYDCO SERVICES como una estación líder en eficiencia y sostenibilidad, permitiéndole cumplir anticipadamente con normativas ambientales nacionales e internacionales y reforzando su compromiso hacia una operación más limpia, rentable y responsable con el medio ambiente.

c. Materiales necesarios

Para garantizar la instalación y el funcionamiento óptimo del sistema de recuperación de vapores en la estación de servicio, se requiere la adquisición de materiales y componentes específicos. Estos elementos asegurarán la eficiencia

del sistema, su integración con la infraestructura existente y el cumplimiento de normativas ambientales.

1) Boquillas y Mangueras Coaxiales de Doble Conducto

- Cantidad: 3 juegos completos (uno por surtidor).
- Componentes:
 - Boquillas: OPW 21Ge (3 unidades).
 - Mangueras coaxiales: OPW 241TPS-1000 TWP de 1 pulgada (3 unidades).
 - Conectores de acople rápido: Acoples Rápidos Camlock
 - Abrazaderas de acero inoxidable: Abrazaderas Boss de 2 Tornillos
- Características:
 - Sistema de doble conducto que permite la succión de vapores mientras se despacha el combustible.
 - Construcción resistente a hidrocarburos y condiciones ambientales adversas.

2) Válvulas de Control de Presión y Sellos Herméticos

- Cantidad: 3 juegos completos (uno por tanque de almacenamiento).
- Componentes:
 - Válvulas de presión-vacío: OPW 623V-2203 (3 unidades).
 - Sellos herméticos: D85 Sello de Diafragma en Línea

Flow Thru (3 unidades).

- Juntas de sellado de teflón industrial: Cinta de Teflón de Alta Densidad
- Abrazaderas reforzadas: Abrazaderas Metálicas Reforzadas de acero inoxidable 304.
- Características:
 - Regulación de presión interna en tanques de almacenamiento para evitar fugas.
 - Diseño de alta durabilidad con materiales resistentes a hidrocarburos.
 - Sellado hermético para prevenir escapes de vapores y cumplir con normativas ambientales.

3) Líneas de Retorno de Vapores

- Cantidad: 3 juegos completos (uno por tanque de almacenamiento).
- Componentes:
 - Tuberías coaxiales: Sistema de tuberías KPS.
 - Conectores de tubería KPS
 - Válvulas check de retención de vapores: Válvula de retención en Y con resorte, acero inoxidable 316.
 - Cintas de sellado de alta resistencia: Politetrafluoroetileno (PTFE) de alta densidad.
- Características:
 - Resistente a hidrocarburos y variaciones de presión.

- Asegura la transferencia eficiente de vapores sin fugas.
- Fabricado en materiales anticorrosivos con larga vida útil.

4) Sistema de Monitoreo en Tiempo Real

- Cantidad: 1 sistema completo.
- Componentes:
 - Sistema de monitoreo: Franklin Fueling Systems - HEALY.
 - Sensores de flujo de vapores: Instalados en cada surtidor y tanque de almacenamiento.
 - Pantalla de control digital: Para visualizar el estado del sistema en tiempo real.
 - Cables de conexión blindados: Para evitar interferencias en la transmisión de datos.
- Funciones principales:
 - Supervisión continua del flujo de vapores y alertas en caso de fallas.
 - Registro de datos en tiempo real para optimización del sistema.
 - Cumple con regulaciones ambientales y de seguridad.

5) Software de Gestión y Control

- Cantidad: 1 licencia de software.
- Componentes:

- Licencia de Software: Zencillo Automatización.
- Servidor local o en la nube: Para almacenamiento y gestión de datos.
- Configuración de alertas automáticas y reportes personalizados.
- Funciones principales:
 - Supervisión en tiempo real de la recuperación de vapores.
 - Generación de reportes automatizados y alertas de fallas.
 - Integración con otros sistemas de administración de la estación.

6) Sistema de Recuperación de Vapores en la Recarga de Combustible (Fase I)

- Cantidad: 1 sistema completo instalado en los tanques de almacenamiento.
- Componentes:
 - ✓ Sistema de captación de vapores en la recarga de combustible.
 - ✓ Válvulas de retención de presión.
 - ✓ Conectores sellados de seguridad.
- Funciones principales:
 - Reduce la presión interna del tanque y minimiza pérdidas por evaporación.

- Disminuye la emisión de COVs, cumpliendo con normativas ambientales.
- Evita pérdidas económicas por evaporación de combustible.

7) Unidad de Recuperación y Condensación de Vapores (VRU Compacta)

- Cantidad: 1 unidad.
- Componentes:
 - ✓ Unidad de recuperación y condensación de vapores (VRU Compacta).
- Características:
 - ✓ Permite la captura, enfriamiento y licuefacción de vapores de hidrocarburos.
 - ✓ Diseño compacto y de alta eficiencia, optimizado para estaciones de servicio de mediano flujo.
 - ✓ Cumple con estándares internacionales de control de emisiones volátiles (API, EPA).

8) Sistema de Refrigeración/Chiller para VRU

- Cantidad: 1 unidad.
- Componentes:
 - ✓ Chiller de refrigeración industrial para mantener temperaturas óptimas en el proceso de condensación.
- Características:
 - ✓ Capaz de mantener temperaturas constantes, asegurando

un rendimiento estable del VRU.

- ✓ Tecnología de bajo consumo energético y alta confiabilidad operativa.
- ✓ confiabilidad operativa.

9) Bomba de Retorno de Condensados de Acero Inoxidable

- Cantidad: 1 unidad.
- Componentes:
 - ✓ Bomba fabricada en acero inoxidable de alta resistencia.
- Características:
 - ✓ Permite el traslado eficiente del combustible condensado hacia los tanques de almacenamiento o zonas de transferencia.
 - ✓ Resistente a hidrocarburos y condiciones de alta presión.

10) Tanque Recolector Intermedio de Condensados

- Cantidad: 1 unidad.
- Componentes:
 - ✓ Tanque fabricado en acero inoxidable para recepción de condensados.
- Características:
 - ✓ Capacidad adaptada para operaciones continuas sin interrupciones.
 - ✓ Diseño anticorrosivo y de alta durabilidad.

11) Controlador Automático de Condensación

- Cantidad: 1 unidad.

- Componentes:
 - ✓ Sistema electrónico de control de procesos de condensación.
- Características:
 - ✓ Permite la automatización del proceso, ajustando la operación de los sistemas de refrigeración y retorno de condensados en tiempo real.
 - ✓ Mejora la eficiencia energética y reduce intervenciones manuales.

12) Filtros de Hidrocarburos y Gases Inertes

- Cantidad: 1 unidad.
- Componentes:
 - ✓ Filtros diseñados para separar partículas de hidrocarburos y residuos de gases no condensables.
- Características:
 - ✓ Incrementan la pureza del condensado recuperado.
 - ✓ Prolongan la vida útil de los componentes del sistema de recuperación.

13) Tuberías de Acero Inoxidable para Alta Presión

- Cantidad: 50 metros lineales.
- Componentes:
 - ✓ Tuberías de acero inoxidable de alta resistencia a presión y temperatura.

- Características:
 - ✓ Garantizan un flujo seguro y continuo de los condensados.
 - ✓ Resistencia a hidrocarburos y condiciones operativas exigentes.

14) Sistema de Monitoreo de Condensación Adicional (Sensores de Temperatura/Flujo)

- Cantidad: 1 unidad.
- Componentes:
 - ✓ Sensores industriales para monitoreo de temperatura y caudal de los condensados.
- Características:
 - ✓ Monitoreo en tiempo real del comportamiento del sistema de condensación.
 - ✓ Permite ajustar operaciones para maximizar la eficiencia del VRU.

15) Materiales Complementarios para Instalación y Seguridad

a. Soportes Metálicos para Tuberías:

- Cantidad: 19 unidades
- Material: Acero galvanizado resistente a la corrosión
- Función: Permiten fijar las líneas de retorno de vapores a la infraestructura de la estación, asegurando estabilidad y evitando vibraciones o desplazamientos.

b. Abrazaderas de Acero Inoxidable

- Cantidad: 38 unidades
- Material: Acero inoxidable 304, resistente a hidrocarburos y cambios de temperatura
- Función: Mantienen sujetas las tuberías al sistema de soporte, evitando movimientos indeseados.

c. Extintores Certificados:

- Cantidad: 4 unidades (1 por cada isla de surtidores y 1 en la zona de tanques)
- Tipo: Polvo químico seco ABC de 10 lb
- Normativa: Cumple con regulaciones NFPA y certificaciones locales

d. Equipo de Protección Personal (EPP):

- Guantes de seguridad (3 pares)
- Gafas de protección (3 unidades)
- Máscaras con filtro de gases (3 unidades)
- Ropa antiestática (3 unidades)

d. Proceso de Instalación y Funcionamiento

La instalación del Sistema de Recuperación de Vapores (SRV) en TYDCO SERVICES se llevará a cabo en fases cuidadosamente planificadas para garantizar su integración con la infraestructura actual sin afectar la operación de la estación de servicio. El proceso comenzará en los tanques de almacenamiento subterráneo, donde se instalarán válvulas de presión-vacío

OPW 623V-2203 y sellos herméticos D85 Flow Thru. Estos componentes permitirán capturar los vapores desplazados durante la descarga de combustible de los camiones cisterna, evitando su liberación al ambiente (OPW Global, 2023). Además, se instalarán adaptadores de recuperación de vapor en las bocas de carga para redirigir los vapores capturados de forma segura. Antes de avanzar con el tendido de las líneas de retorno, se realizarán pruebas de hermeticidad para verificar la integridad de las conexiones y prevenir fugas (Ministerio del Ambiente, 2018).

El siguiente paso será la instalación en los surtidores de combustible, donde se reemplazarán las boquillas actuales por boquillas OPW 21Ge, diseñadas con un doble conducto que permite la absorción de vapores al mismo tiempo que se suministra combustible. Estas estarán conectadas a mangueras coaxiales OPW 241TPS-1000 TWP de 1”, que dirigirán los vapores hacia los tanques de almacenamiento a través de un sistema de tuberías KPS de alta resistencia. Para garantizar que el flujo de vapores sea eficiente y seguro, se instalarán líneas de retorno KPS de 2”, fijadas con abrazaderas de acero inoxidable y soportes metálicos distribuidos estratégicamente metros, garantizando la durabilidad del sistema en condiciones operativas exigentes (Ecuatoriana Industrial, 2024).

Una innovación importante de este proyecto es la incorporación de una Unidad de Recuperación y Condensación de Vapores (VRU Compacta), que permitirá no solo capturar los vapores, sino transformarlos nuevamente en

gasolina líquida mediante un proceso de enfriamiento y condensación. Para ello, se instalará un sistema de refrigeración tipo chiller, una bomba de retorno de condensados de acero inoxidable, un tanque recolector intermedio, filtros de hidrocarburos y un controlador automático de condensación. De esta forma, los vapores capturados, tanto en la fase de recarga de tanques como en el despacho de combustible, serán procesados de manera eficiente, recuperando el 90% del combustible evaporado y disminuyendo de forma significativa las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (Petrotech, 2022).

La instalación física de este sistema será realizada por Fluidtec Ecuador, proveedor técnico especializado con sede en Quito. Esta empresa ha sido seleccionada por su experiencia en automatización y soluciones para estaciones de servicio, lo que asegura una implementación técnica con estándares de seguridad, cumplimiento normativo y eficiencia operativa. En coordinación con el equipo de TYDCO SERVICES, Fluidtec supervisará tanto el montaje como la puesta en marcha del sistema, garantizando que cada componente cumpla con las especificaciones requeridas.

Una vez instalado el sistema, su funcionamiento será automático continuo, asegurando la captura eficiente de vapores en todas las operaciones de carga y despacho de combustible. Durante la recarga de combustible desde los camiones cisterna, el aire y los vapores desplazados serán capturados y dirigidos hacia las tuberías de recuperación. En el momento del despacho de combustible, los vapores que normalmente se liberarían del tanque del vehículo serán

absorbidos por las boquillas de recuperación OPW 21Ge, transportados por las mangueras coaxiales OPW 241TPS-1000 TWP y redirigidos a los tanques de almacenamiento y condensación, a través de las líneas de retorno. Este proceso no afecta la velocidad de abastecimiento ni la experiencia del usuario, pero sí reduce de manera significativa la evaporación de hidrocarburos y la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs) al ambiente.

La supervisión del sistema estará a cargo de Franklin Fueling Systems HEALY, un sistema de monitoreo de alto nivel que registrará en tiempo real los volúmenes de vapores recuperados, detectará posibles anomalías y enviará alertas automáticas en caso de fallas (Franklin Fueling Systems, 2023). Esta plataforma estará integrada con el software Zencillo Automatización, permitiendo la generación de reportes personalizados, análisis de desempeño y la optimización de la operación del sistema de recuperación y condensación (Zencillo, 2023). De esta manera, TYDCO SERVICES garantizará no solo el cumplimiento de las normativas ambientales locales e internacionales, sino también una operación sostenible, eficiente y rentable.

e. Mantenimiento y monitoreo del sistema

El mantenimiento y monitoreo del Sistema de Recuperación y Condensación de Vapores (SRV) en TYDCO SERVICES serán fundamentales para garantizar su correcto funcionamiento, prevenir fallas y asegurar el cumplimiento de normativas ambientales. La supervisión del sistema se

realizará en dos niveles: monitoreo en tiempo real a través de sensores y software especializado, y mantenimiento preventivo y correctivo, que permitirá revisar, limpiar y reemplazar componentes cuando sea necesario.

El monitoreo en tiempo real será gestionado mediante el Franklin Fueling Systems - HEALY, el cual detectará el flujo de vapores en las mangueras, boquillas y líneas de retorno, verificando que la captura de vapores se realice de manera eficiente. Este sistema estará vinculado al software de gestión Zencillo Automatización, que permitirá visualizar los datos en tiempo real, generar reportes de eficiencia y enviar alertas ante cualquier anomalía, como una disminución en la succión de vapores o una fuga en las conexiones. De esta manera, se podrá identificar cualquier irregularidad antes de que se convierta en un problema mayor (Franklin Fueling Systems, 2023).

El mantenimiento preventivo se realizará de manera programada, con revisiones periódicas en diferentes componentes del sistema. Las boquillas OPW 21Ge y mangueras coaxiales OPW 241TPS-1000 TWP serán inspeccionadas mensualmente para verificar que no presenten fisuras ni obstrucciones que puedan afectar la succión de vapores. Cada tres meses, se revisarán las líneas de retorno de vapores KPS de 2" y las válvulas check de retención, asegurando que no haya acumulación de residuos ni bloqueos que impidan el flujo de vapores hacia los tanques de almacenamiento. También se inspeccionarán los sellos herméticos D85 y las válvulas de presión-vacío OPW 623V-2203, garantizando su correcto ajuste y hermeticidad.

Respecto al sistema de condensación de vapores, también se aplicará un esquema de mantenimiento preventivo semestral. El VRU Compacto, la bomba de retorno de condensados, el chiller de refrigeración, el tanque recolector intermedio, los filtros de hidrocarburos y el controlador automático serán evaluados por técnicos certificados, verificando niveles de presión, temperatura de operación, estado de los sensores de flujo y acumulación de residuos en las tuberías de acero inoxidable. Este mantenimiento garantizará que los vapores capturados sean efectivamente convertidos en combustible líquido y no se acumulen en el sistema, evitando riesgos operativos o pérdidas de eficiencia (Petrotech, 2022).

En caso de que se detecte una falla en el sistema, se activará el mantenimiento correctivo, que consistirá en la reparación o reemplazo de los componentes dañados. Si se identifica una pérdida de succión en las boquillas, se procederá a su desmontaje, limpieza o sustitución. En caso de una obstrucción en las líneas de retorno, se realizará una limpieza interna con aire comprimido y, si es necesario, el cambio de tramos de tubería afectados. Además, se asegurará que las cintas de sellado de alta resistencia continúen proporcionando un cierre hermético en todas las conexiones del sistema.

d) Propuesta de valor diferenciada.

La implementación de los sistemas de paneles solares y recuperación de

vapores en TYDCO SERVICES representa una diferenciación estratégica en el sector de estaciones de servicio en Ecuador. Más allá de cumplir con normativas ambientales y reducir costos operativos, estos sistemas refuerzan el compromiso de la empresa con la eficiencia energética, la sostenibilidad y la optimización de sus procesos. Esta combinación de soluciones sostenibles no solo mejora el desempeño operativo, sino que también posiciona a la empresa como un referente en innovación dentro del mercado de combustibles.

Uno de los elementos clave de la propuesta de valor es la integración de paneles solares para cubrir una parte significativa del consumo energético de la estación, hasta el 55% de su consumo eléctrico con energía limpia, generando un ahorro económico promedio de \$2.056 anuales. A través de la generación de electricidad renovable, TYDCO SERVICES reducirá su dependencia de la red eléctrica convencional, disminuyendo costos y estabilizando sus gastos operativos a largo plazo. Esta medida no solo optimiza el uso de recursos, sino que también mejora la percepción de la empresa entre clientes y proveedores, quienes cada vez valoran más la adopción de prácticas sostenibles en el sector. Además, la energía generada podrá utilizarse para alimentar iluminación, bombas de combustible y sistemas de monitoreo, mejorando la eficiencia general de la operación.

Por otro lado, el sistema de recuperación de vapores añade un valor diferencial en términos de optimización de recursos y reducción de emisiones contaminantes. Este sistema permite capturar los vapores de combustible

generados durante el almacenamiento y el despacho, evitando su liberación a la atmósfera y los convierte nuevamente en gasolina líquida mediante un proceso de condensación controlado. Con esta tecnología, TYDCO SERVICES puede recuperar alrededor de 1797 galones mensuales que antes se perdían en forma de vapor, a su vez contribuye a la reducción de hasta 19,9 toneladas de CO₂ anuales. Por esta razón, no solo cumple con las regulaciones ambientales vigentes en Ecuador, sino que también optimiza la gestión del combustible, reduciendo pérdidas económicas y maximizando el aprovechamiento del producto.

La combinación de estas tecnologías convierte a TYDCO SERVICES en una estación de servicio más eficiente, rentable y comprometida con el medio ambiente. A diferencia de otras estaciones que aún operan bajo modelos convencionales, esta propuesta plantea una transición real hacia una operación sustentable. Los paneles solares reducen costos energéticos y huella de carbono, mientras que el sistema de vapores optimiza el uso del combustible y disminuye emisiones contaminantes. En conjunto, estas soluciones no solo mejoran la sostenibilidad del negocio, sino que también le otorga una ventaja estratégica en un mercado en constante evolución.

e) Sinergias con las operaciones existentes.

La integración de paneles solares y un sistema de recuperación de vapores en TYDCO SERVICES genera un impacto positivo al complementarse

estratégicamente con las operaciones actuales de la estación de servicio. Estas tecnologías han sido seleccionadas no solo por sus beneficios individuales, sino también por su capacidad de optimizar los procesos existentes, mejorar la eficiencia operativa y reducir costos sin alterar la dinámica habitual de la empresa.

La instalación de paneles solares se adapta de manera natural a las necesidades energéticas de la estación, aunque la mayor demanda de energía en la estación se concentra entre las 5:00 a.m. y 8:00 a.m., y luego entre las 4:00 p.m. y 10:00 p.m., su funcionamiento diurno permite cubrir eficientemente el consumo base durante las horas de sol. Esto permite que la electricidad producida se utilice directamente en las bombas de combustible, iluminación, equipos administrativos y sistemas de monitoreo, disminuyendo la dependencia de la red eléctrica y reduciendo costos operativos. Al estar integrados con la infraestructura existente, los paneles solares operarán sin afectar la continuidad del servicio, asegurando que el suministro de combustible y la atención a los clientes se mantengan sin interrupciones.

Por otro lado, el sistema de recuperación de vapores complementa el ciclo de almacenamiento y distribución de combustible, se integra sin necesidad de modificar significativamente los procedimientos actuales, ya que los vapores serán conducidos automáticamente a la unidad de recuperación sin requerir intervención adicional del personal. Su diseño permite capturar los vapores generados tanto al recibir combustible en los tanques subterráneos como al

despachar a los vehículos, lo cual es particularmente valioso en los picos de actividad, donde se intensifican las emisiones por evaporación. Gracias a la incorporación de la unidad de condensación (VRU Compacta), estos vapores no solo son retenidos, sino transformados nuevamente en combustible líquido, reduciendo pérdidas y mejorando el aprovechamiento del producto sin afectar el ritmo de atención a los clientes. Además, mejora la seguridad y el cumplimiento normativo de la estación, al minimizar emisiones de compuestos orgánicos volátiles.

Adicionalmente TYDCO SERVICES contribuye a la reducción de la huella ambiental con la implementación de estos sistemas. Los paneles solares evitarán la emisión de CO₂ de 7,5 toneladas de CO₂ al año al reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales, el sistema de recuperación de vapores evitará la pérdida de cerca de 23.968,44 galones de combustible al año, lo que se traduce en una reducción de hasta 17,1 toneladas de CO₂ anuales gracias al proceso de condensación. La combinación de ambas soluciones refuerza el compromiso de TYDCO SERVICES con la sostenibilidad y le otorga una ventaja competitiva dentro del sector de distribución de combustibles en Ecuador.

4. Evaluación de viabilidad

La incorporación de medidas sostenibles y eficientes en la cadena de distribución de combustible y en la operación de la gasolinera TYDCO SERVICES

requiere una evaluación financiera que permita valorar su impacto económico a corto, mediano y largo plazo. Este capítulo presenta un análisis detallado de la inversión necesaria y los beneficios económicos proyectados, con el fin de demostrar que las iniciativas planteadas no solo fortalecen el compromiso ambiental de la empresa, sino que también representan una decisión estratégica desde el punto de vista financiero.

La propuesta plantea la instalación de paneles solares para la generación de energía limpia y un sistema de recuperación de vapores que permita reducir pérdidas de combustible por evaporación. Ambos proyectos se alinean con el objetivo de optimizar recursos, disminuir costos operativos y mejorar el desempeño general del negocio. Para ello, se han proyectado flujos de caja a cinco años, tomando en cuenta tanto los ahorros generados como los costos de mantenimiento y operación.

- a) Análisis financiero y proyecciones relacionadas con la integración de medidas sostenibles en la cadena de suministro de combustible y el funcionamiento de la gasolinera.

- i. Inversión inicial

La inversión inicial incluye la adquisición, instalación y puesta en funcionamiento de dos sistemas tecnológicos diseñados para mejorar la eficiencia operativa y reducir el impacto ambiental de la empresa: paneles solares fotovoltaicos y un sistema de recuperación de vapores (SRV). Para el sistema solar, se han considerado todos los componentes necesarios, incluyendo los paneles RESUN de 580

Wp, inversores, cableado especializado, estructuras de soporte, protecciones eléctricas y sistemas de monitoreo. En el caso del SRV, la inversión incluye válvulas de presión-vacío, sensores de flujo, boquillas, mangueras, conectores sellados, el sistema de monitoreo HEALY, la Unidad Compacta VRU, un chiller de refrigeración, bomba de retorno, tanque recolector de condensados en acero inoxidable, controlador automático de condensación, filtros de hidrocarburos, tuberías de alta presión, y equipamiento de seguridad para el personal. Ambos sistemas consideran, además, los costos de mano de obra técnica especializada para la instalación y los gastos asociados a su mantenimiento anual.

El valor total de la inversión es \$71.025,21, considerando los equipos, la instalación especializada, el mantenimiento proyectado y la capacitación técnica del personal operativo. En el caso de los paneles solares, el monto invertido fue de \$9.203,70, mientras que para el sistema de recuperación de vapores fue de \$61.821,51. Esta inversión será cubierta mediante una combinación de financiamiento externo, a través de un crédito bancario, y recursos propios aportados por los socios, lo que permite mantener una estructura financiera equilibrada y sostenible. La planificación de esta inversión no solo responde a una necesidad técnica y ambiental, sino que también busca asegurar la eficiencia económica del proyecto, al prever todos los elementos necesarios para su correcta implementación y funcionamiento a largo plazo.

Tabla 7

Costo total de la inversión

Sistema	Costo base (USD)	Instalación	Mantenimiento	Capacitación	Total USD
Paneles solares	7.118,70	1.600,00	360	125	9.203,70
Sistema de recuperación de vapores (SRV)	53.121,51	6.400,00	2.250,00	100	61.871,51
Total general					71.075,21

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

Para respaldar el valor total de la inversión inicial, a continuación, se presentan los componentes específicos que integran cada uno de los sistemas considerados en el proyecto: paneles solares fotovoltaicos y sistema de recuperación de vapores. Las siguientes tablas detallan las cantidades, precios unitarios y valores totales de los equipos, materiales e insumos necesarios para su instalación y funcionamiento.

Tabla 8

Detalle materiales Paneles Solares

Paneles solares			
Cantidad	Detalle	Precio U	Precio Total
21	paneles solares RESUN	180	3780
1	Growatt SPF 5000 ES	1380	1380
1	Dongle ShineWiFi-X Datalogger	35	35
1	Cable solar fotovoltaico PV1-F 6 mm (100 m)	120	120
30	Cable de cobre THHN/THWN-2	484,15	484,15
52	Conectores MC4	1,2	62,4
52,5	Aluminio anodizado 6063-T5	6,5	341,25
42	Soporte inclinado de aluminio	4,5	189
40	Grapas intermedias	1,5	60
42	Grapas finales	1,5	63
84	Pernos M8/M10 de acero inoxidable	0,8	67,2
84	Tuercas y arandelas inoxidable	0,4	33,6
42	Anclajes al techo (pernos expansión)	1,2	50,4
12	Canaletas metálicas para cables	5	60
1	interruptor automático	54	54
1	SPD DC	85	85
1	seccionador de seguridad	89,5	89,5
1	interruptor automático AC	42	42
1	Interruptor Diferencial	74,2	74,2
1	SPD AC	48	48
	Instalación		1600
	Mantenimiento		360
	Capacitación		125
	TOTAL		9203,7

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

Tabla 9

Detalle materiales Sistema de Vapores

Sistema de recuperación de vapores				
Metros	Cantidad	Detalle	Precio U	Precio Total
	3	Boquillas: OPW 21Ge	40	120
	3	Mangueras coaxiales: OPW 241TPS-1000 TWP de 1 pulgada	67,35	202,05
	3	Acoples Rápidos Camlock	8,17	24,51
	6	Abrazaderas Boss de 2 Tornillos para manguera de 1/2"	5	30
	3	Válvula de presión-vacío OPW 623V-2203 de 2"	195,5	586,5
	3	Sello de diafragma en línea D85 Flow Thru	150	450
	3	Rollo de cinta de teflón de alta densidad (PTFE)	2,75	8,25
	6	Abrazaderas metálicas reforzadas de acero inoxidable 304	10	60
	3	Tuberías coaxiales sistema KPS	100	300
	3	Conectores de tubería KPS	50	150
	3	Válvula check en Y de acero inoxidable 316 de 1-1/4"	57,58	172,74
	1	Sistema de monitoreo: Franklin Fueling Systems - HEALY™.	5000	5000
	6	Sensores de Flujo de Vapores	550	3300
	1	Pantalla de Control Digital	1000	1000
m	200	Cables de Conexión Blindado	5	1000
	1	Zencillo Automatización	40	40
	1	Sistema de captación de vapores en la recarga de combustible	5500	5500
	3	Válvulas de retención de presión	150	450
	3	Conectores sellados de seguridad	55	165
	19	Soporte para tubo de acero galvanizado	5	95
	38	Abrazadera de acero inoxidable 304, diámetro 25 cm	3,5	133
	4	Extintor PQS ABC de 10 lb	27,45	109,8
	3	Guantes de seguridad tipo operador	2,02	6,06
	3	Gafas de protección industrial	1,2	3,6
	3	Máscaras con filtro de gases reutilizables	20	60
	3	Ropa antiestática (overol con capucha	35	105
Sistema de condensación de vapores a combustible líquido				
	1	Unidad de recuperación y condensación de vapores (VRU Compacta)	20000	20000
	1	Sistema de refrigeración/Chiller para VRU	6000	6000
	1	Bomba de retorno de condensados de acero inoxidable	2000	2000
	1	Tanque recolector intermedio de condensados (acero inoxidable)	1500	1500
	1	Controlador automático de condensación	800	800
	1	Filtros de hidrocarburos y gases inertes	500	500
	50	Tuberías de acero inoxidable para alta presión	25	1250
	1	Sistema de monitoreo de condensación adicional (sensores de temperatura/flujo)	2000	2000
		Instalación		6400
		Mantenimiento		2250
		Capacitación		100
		TOTAL		61871,51

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

A. Clasificación contable de la inversión: Activos vs. Gastos

Como parte del análisis financiero, es fundamental distinguir qué componentes de la inversión inicial califican como activos fijos y cuáles deben ser reconocidos como gastos operativos. Esta clasificación se realiza conforme a las normativas contables vigentes en Ecuador y a lo establecido por el Servicio de Rentas Internas (SRI), en relación con la naturaleza y vida útil de cada elemento (2022).

En este contexto, todos los componentes que tienen una vida útil prolongada y aportarán beneficios económicos futuros, como los paneles solares RESUN, el inversor híbrido, el sistema de monitoreo HEALY, la unidad de condensación (VRU compacta), el sistema de refrigeración asociado, tuberías de alta presión, los sensores de recuperación de vapores, las estructuras de soporte, las válvulas, conectores industriales, el cableado permanente, así como sistemas de monitoreo y automatización se clasificarán como activos fijos. Por lo tanto, serán registrados en la cuenta de propiedad, planta y equipo, sujetos a depreciación anual conforme a su categoría contable. En cambio, los costos asociados a la capacitación del personal, los servicios de instalación, el mantenimiento inicial y los equipos de protección personal (EPP) se reconocerán como gastos operativos del proyecto, ya que su uso se limita al corto plazo y no representan un activo que genere valor contable a futuro.

Se ha determinado los componentes registrados como activos fijos, en función de su naturaleza, función, vida útil y del valor económico que generan. Según los principios

contables generalmente aceptados y las directrices establecidas por el Servicio de Rentas Internas (SRI), un bien puede ser considerado activo cuando es controlado por la empresa, tiene una vida útil mayor a un ejercicio contable, y se espera que contribuya de manera directa o indirecta a la obtención de beneficios económicos futuros. En este caso, los elementos clasificados como activos no solo cumplen con estos criterios técnicos y normativos, sino que además forman parte esencial del sistema productivo de la estación de servicio, razón por la cual serán incorporados al patrimonio de la empresa y sujetos al proceso de depreciación correspondiente conforme a su categoría contable (SRI, 2022).

Tabla 10

Detalle activos

Categoría SRI	Activo	Precio	Años de Vida Útil	Resultado (Depreciación anual)
Instalaciones, maquinaria y equipos	Paneles solares RESUN	3780	10 años	378
Instalaciones, maquinaria y equipos	Inversor Growatt SPF 5000 ES	1380	10 años	138
Instalaciones, maquinaria y equipos	Sistema de captación de vapores	5500	10 años	550
Instalaciones, maquinaria y equipos	Boquillas OPW 21Ge	120	10 años	12
Instalaciones, maquinaria y equipos	Mangueras coaxiales OPW	202,05	10 años	20,205
Instalaciones, maquinaria y equipos	Acoples rápidos Camlock	24,51	10 años	2,451
Instalaciones, maquinaria y equipos	Válvula presión-vacío OPW	586,5	10 años	58,65
Instalaciones, maquinaria y equipos	Sello de diafragma D85	450	10 años	45
Instalaciones, maquinaria y equipos	Tuberías coaxiales y conectores KPS	450	10 años	45
Instalaciones, maquinaria y equipos	Válvula check Y acero inoxidable	172,74	10 años	17,274
Instalaciones, maquinaria y equipos	Válvulas de retención de presión	450	10 años	45
Instalaciones, maquinaria y equipos	Conectores sellados de seguridad	165	10 años	16,5
Instalaciones, maquinaria y equipos	Soportes metálicos y abrazaderas de acero	228	10 años	22,8
Instalaciones, maquinaria y equipos	Estructura de montaje	804,45	10 años	80,445
Instalaciones, maquinaria y equipos	Canaletas metálicas	60	10 años	6
Instalaciones, maquinaria y equipos	Interruptores, SPD DC, seccionadores, diferencial, SPD AC	392,7	10 años	39,27
Instalaciones, maquinaria y equipos	Cables blindados	1000	10 años	100
Instalaciones, maquinaria y equipos	Cable solar fotovoltaico PV1-F	120	10 años	12
Instalaciones, maquinaria y equipos	Cable de cobre THHN/THWN-2	484,15	10 años	48,415
Instalaciones, maquinaria y equipos	Conectores MC4	62,4	10 años	6,24
Instalaciones, maquinaria y equipos	Unidad de recuperación y condensación de vapores (VRU Compacta)	20000	10 años	2000
Instalaciones, maquinaria y equipos	Sistema de refrigeración/Chiller para VRU	6000	10 años	600
Instalaciones, maquinaria y equipos	Bomba de retorno de condensados de acero inoxidable	2000	10 años	200
Instalaciones, maquinaria y equipos	Tanque recolector intermedio de condensados (acero inoxidable)	1500	10 años	150
Instalaciones, maquinaria y equipos	Controlador automático de condensación	800	10 años	80
Instalaciones, maquinaria y equipos	Filtros de hidrocarburos y gases inertes	450	10 años	45
Instalaciones, maquinaria y equipos	Tuberías de acero inoxidable para alta presión	1250	10 años	125
Equipos de cómputo y software	Dongle ShineWiFi-X	35	3 años	11,55
Equipos de cómputo y software	Sistema de monitoreo Franklin + pantalla de control	6000	3 años	1980
Equipos de cómputo y software	Sensores de flujo de vapores	3300	3 años	1089
Equipos de cómputo y software	Zencillo automatización	40	3 años	13,2
Equipos de cómputo y software	Sistema de monitoreo de condensación adicional (sensores de temperatura/flujo)	2000	3 años	660
	Total Activos	59807,5	Total Depreciación	8597

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

Tabla 11

Detalle gastos

Costos operativos o gastos	Categoría	Precio	Total
Mano de obra instalación Paneles Solares	Servicios Prestados	1600	10835
Mantenimiento de Paneles Solares	Servicios Prestados	360	
Mano de obra instalación Sistema de vapores	Servicios Prestados	6400	
Mantenimiento del sistema de vapores	Servicios Prestados	2250	
Capacitación de Paneles Solares	Servicios Prestados	125	
Capacitación de Sistema de vapores	Servicios Prestados	100	
Cinta de teflón	Suministros y materiales	8,25	272,9
Abrazaderas Boss	Suministros y materiales	30	
Abrazaderas metálicas simples	Suministros y materiales	60	
Guantes de seguridad	Suministros y materiales	6,05	
Gafas de protección	Suministros y materiales	3,6	
Máscaras con filtro de gases	Suministros y materiales	60	
Ropa antiestática	Suministros y materiales	105	
Extintores PQS	Mantenimiento extintores	109,8	109,8

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

ii. Beneficios económicos estimados

La implementación de los paneles solares y del sistema de recuperación de vapores representa no solo una mejora técnica y ambiental, sino también un beneficio económico tangible para la operación de TYDCO SERVICES. Ambos sistemas están diseñados para reducir significativamente los costos operativos, lo que permite proyectar ahorros anuales relevantes desde el primer año de funcionamiento.

Tabla 12

Ahorro económico estimado por implementación de paneles solares

Concepto	Valor estimado
Costo eléctrico anual actual	\$2.852,84
Ahorro anual proyectado	\$2.056,03
Nuevo costo anual estimado	\$796,81
Porcentaje de reducción	\$0,72

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

En el caso de los paneles solares, se estima una cobertura del 55% del consumo eléctrico mensual, lo que representa un ahorro promedio de \$171,34 mensuales, equivalente a \$2.056,03 al año. Este cálculo se basa en la tarifa promedio del kWh para clientes comerciales en Ecuador (\$0,11 USD/kWh), el dimensionamiento de la instalación (12,18 kWp de potencia instalada con 21 paneles solares de 580 Wp) y el consumo eléctrico diario registrado por la empresa.

Tabla 13

Cálculo del ahorro energético

Concepto	Valor	Cálculo
Precio promedio del kWh	\$0,11 USD	Tarifa comercial
Ahorro mensual en dólares	\$171,34	Estimación de reducción
Energía ahorrada al mes	1.558 kWh	$171,34 \div 0,11$
Energía ahorrada al año	18.696 kWh	1.558×12
Ahorro anual estimado	\$2.056,03	$18.696 \times 0,11$

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

A partir de estos valores, se proyecta que el sistema generará alrededor de 1.558 kWh al mes, lo que equivale a 18.696 kWh al año de energía limpia. Esta reducción representa un ahorro del 72,1% sobre el gasto eléctrico anual actual, que asciende a \$2.852,84. Como se muestra en la tabla comparativa, esta medida no solo optimiza los márgenes operativos, sino que también reduce la exposición de la

empresa a futuros incrementos tarifarios, mejorando su estabilidad financiera y su eficiencia energética.

Tabla 14

Comparación del consumo eléctrico antes y después

Concepto	Antes (sin paneles)	Después (con paneles)	Diferencia / Ahorro
Consumo eléctrico mensual (kWh)	2.832 kWh	1.274 kWh (aprox.)	1.558 kWh menos
Costo mensual estimado	\$237,74	\$66,40	\$171,34 menos
Costo anual estimado	\$2.852,84	\$796,81	\$2.056,03 menos
% de ahorro	—	—	72,1% menos

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

Además, los beneficios del sistema no se limitan al aspecto económico: la generación de energía solar evitará la emisión de 7,5 toneladas de CO₂ al año, lo que equivale a compensar la huella de carbono anual de entre 1,5 y 1,8 personas promedio. Esta contribución refuerza el compromiso ambiental de la empresa y mejora su posicionamiento frente a consumidores y aliados estratégicos.

Tabla 15

Cálculo emisiones CO₂

Concepto	Valor estimado	Cálculo
Emisiones anuales actuales (CO ₂)	13,6 toneladas	$33.984 \text{ kWh} \times 0,4 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$
Porcentaje de reducción proyectado	55%	Basado en cobertura solar diaria
CO ₂ evitado al año	7,5 toneladas	$13,6 \times 0,55$
Equivalente en huella de carbono	1,5 – 1,8 personas	$7,5 \div 4 \text{ o } 5 \text{ toneladas/persona}$

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

Por otro lado, el sistema de recuperación de vapores permitirá reducir significativamente las pérdidas generadas por la evaporación de combustible durante el proceso de descarga. Actualmente, TYDCO SERVICES pierde aproximadamente 1.997 galones de combustible al mes por esta causa, de los cuales se estima recuperar hasta el 90%, lo que equivale a 1.797 galones mensuales. Considerando un precio promedio de \$2,32 por galón, esto representa un ahorro directo de \$4.163,22 al mes, lo que se traduce en \$49.958,66 al año. Si se suma este beneficio al ahorro generado por el sistema de paneles solares —estimado en \$2.056 anuales— el ahorro total proyectado por ambos sistemas asciende a \$52.014,69 al año. Esta reducción significativa en los costos operativos no solo acelera la recuperación de la inversión inicial, sino que también mejora la rentabilidad de la estación y su capacidad de reinversión a mediano y largo plazo.

Tabla 16

Ahorro estimado por recuperación de vapores

Concepto	Valor
Galones recuperados por mes	1 797,63 galones
Ahorro por galón recuperado	\$2,32
Ahorro mensual estimado	\$4.163,21
Ahorro anual estimado	\$49.958,48

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

Tabla 17

Total de ahorro anual estimado del proyecto

Sistema implementado	Tipo de ahorro	Ahorro anual estimado (USD)
Paneles solares	Energía eléctrica	\$2.056,03
Sistema de recuperación de vapores	Combustible recuperado	\$49.958,48
Total ahorro anual estimado		\$52.014,51

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

iii. Fuentes de financiamiento

Para cubrir la inversión inicial del proyecto, TYDCO SERVICES ha estructurado un esquema de financiamiento mixto que combina recursos propios con financiamiento externo. Esta estrategia permite optimizar el uso del capital disponible sin comprometer la liquidez operativa de la empresa, asegurando a su vez una adecuada distribución del riesgo financiero. El financiamiento externo proviene de un crédito otorgado por una institución bancaria local, por un monto de \$69.075,21, con una tasa de interés del 12,48%. Este crédito representa el 97,19% del total de la inversión. Por otro lado, los socios de la empresa realizaron un aporte de capital equivalente a \$2.000,00, que cubre el 2,81% restante de la inversión inicial.

Tabla 18

Fuentes de Financiamiento

Fuentes de Financiamiento	Montos	Costos	Ponderacion	Costo Ponderado
Instituciones bancarias	\$ 69.075,21	9,3600%	97,19%	9,10%
Acciones Comunes	2000	100,000%	2,81%	2,81%
Total	\$ 71.075,21		100,00%	11,91%

Capital Comun	Cantidad	Precio	Dividendos	Crecimiento	Rendimiento	DV1
Acciones Comunes	2.000	\$ 1,00	\$ 1,00	0%	100,000%	DV1 = DV0 * (1+ g)

				Kd * (1-tax)		
DEUDA	Monto	Tasa	Tasa Impuestos	Costo de Deuda despues de impuesto		
Instituciones bancarias	\$ 69.075,21	12,48%	25%	9,3600%		

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

iv. Comparación de resultados financieros: 2023 vs. 2024 (enero a noviembre)

Durante el período comprendido entre enero y noviembre, se observa un desempeño financiero favorable en TYDCO SERVICES. En ese lapso del año 2023, la empresa reportó ingresos por ventas de \$11.076.419,76, mientras que en el mismo período del año 2024 las ventas alcanzaron los \$12.367.230,86, lo que representa un crecimiento del 11,66%. Este aumento está relacionado con una mayor demanda en los productos comercializados, especialmente en las líneas de gasolina Extra y Diésel, y refleja una tendencia positiva en la operación del negocio.

En cuanto a los costos de combustible, el gasto acumulado hasta noviembre de 2023 fue de \$10.973.345,21, mientras que en el mismo período de 2024 ascendió a \$11.090.352,40, lo que equivale a un incremento del 1,06%. Este incremento es considerablemente menor al crecimiento de las ventas, lo que evidencia una mejor eficiencia en la gestión operativa y de abastecimiento. Adicionalmente, esta diferencia puede explicarse por mejoras logísticas y por una mejor negociación con proveedores.

Para realizar el análisis financiero del proyecto, fue necesario establecer un precio unitario promedio del combustible, el cual se utilizó para calcular el ingreso estimado por galón recuperado. Este valor se calculó a partir de los precios vigentes de los tres principales productos comercializados: diésel, gasolina extra y gasolina súper. En el caso del diésel, se utilizó un valor fijo de

\$1,56 por galón, ya que se trata de un precio regulado que no presenta variaciones mensuales significativas. Sin embargo, los precios del extra y la súper sí registran ligeros cambios mensuales, por lo que se consideró un valor promedio de \$2,32 y \$3,06 respectivamente. Al sumar estos valores y obtener un promedio ponderado según el volumen de ventas, se estableció un precio unitario total de \$2,32, el cual sirvió como referencia para proyectar los ingresos por recuperación de vapores.

Tabla 19

Precio unitario

Precio Unitario	
Diesel	\$ 1,56
Extra	\$ 2,32
Super	\$ 3,06
Total Precio Unitario	\$ 2,32

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

En cuanto al costo unitario, este se obtuvo dividiendo el monto total de compras por producto entre la cantidad de galones adquiridos en cada caso. Así se establecieron valores de \$1,43 para el diésel, \$1,88 para la extra, y \$2,55 para la súper, lo que da un total de \$1,96 como costo promedio por galón. Esta diferencia entre precio de venta y costo de adquisición permitió estimar con mayor precisión el margen de ganancia por cada galón recuperado, lo cual es clave para definir el beneficio económico del sistema.

Tabla 20

Costo unitario

Costo Unitario	
Diesel	\$ 1,43
Extra	\$ 1,88
Super	\$ 2,55
Total Costo unitario	\$ 1,96

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

Finalmente, se calculó el punto de equilibrio del proyecto, tanto en unidades como en valor monetario. El resultado muestra que el sistema alcanza el equilibrio al recuperar aproximadamente 90.697 galones mensuales, lo cual equivale a 1.088.360 galones al año. En términos económicos, este punto se alcanza con ingresos anuales cercanos a los \$2.520.578,50, o \$210.048,21 mensuales. Estos valores permiten visualizar cuántos galones deben recuperarse mensualmente para cubrir los costos del sistema y comenzar a generar rentabilidad.

Tabla 21

Punto de equilibrio

Punto de Equilibrio		
En unidades	1.088.360	anual
	90.697	mensual
En dolares	\$ 2.520.578,50	anual
	\$ 210.048,21	mensual

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

v. Flujo de caja proyectado del proyecto

Con el objetivo de evaluar la viabilidad económica del proyecto de sostenibilidad propuesto por TYDCO SERVICES, se elaboró un flujo de caja proyectado a cinco años que incluye exclusivamente los ingresos y egresos directamente relacionados con la inversión en paneles solares y el sistema de recuperación de vapores. Este flujo no contempla los costos operativos regulares de la empresa, ya que su propósito es aislar y analizar únicamente el impacto financiero generado por la implementación de las nuevas tecnologías. De manera complementaria, en una sección posterior se incluirá un flujo de caja consolidado, considerando tanto la operación actual como los beneficios del proyecto.

Tabla 22

Flujo de caja proyecto

Flujo de Caja Proyecto							
INGRESOS POR VENTAS							
	7%	8%					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
MES	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
INGRESOS POR AHORRO DE COMBUSTIBLE		\$ 49.958,66	\$ 54.082,09	\$ 58.545,85	\$ 63.378,04	\$ 68.609,07	\$ 294.573,71
Ahorro estimado con paneles solares		\$ 2.056,03	\$ 2.225,73	\$ 2.409,43	\$ 2.608,30	\$ 2.823,58	\$ 3.056,63
T/VENTAS	\$ 0,00	\$ 52.014,69	\$ 56.307,82	\$ 60.955,29	\$ 65.986,34	\$ 71.432,65	\$ 297.630,34
EGRESOS							
	5%	7%					
MANTENIMIENTO EXTINTORES		\$ 109,80	\$ 117,38	\$ 125,49	\$ 134,15	\$ 143,42	\$ 630,24
SERVICIOS PRESTADOS		\$ 10.835,00	\$ 11.583,16	\$ 12.382,98	\$ 13.238,03	\$ 14.152,11	\$ 62.191,28
SUMINISTROS Y MATERIALES		\$ 272,90	\$ 291,74	\$ 311,89	\$ 333,42	\$ 356,45	\$ 1.566,41
LUZ ELECTRICA INCLUIDO AHORRO POR PANELES SOLARES		\$ 2.825,84	\$ 3.020,96	\$ 3.229,56	\$ 3.452,56	\$ 3.690,96	\$ 16.219,88
DEPRECIACION ACTIVOS FIJOS		\$ 8.597,00	\$ 8.597,00	\$ 8.597,00	\$ 4.843,25	\$ 4.843,25	\$ 35.477,50
NO DEDUCIBLES							\$ 0,00
TOTAL EGRESOS	\$ 0,00	\$ 22.640,54	\$ 23.610,25	\$ 24.646,91	\$ 22.001,41	\$ 23.186,19	\$ 116.085,29
UTILIDAD O PERDIDA	\$ 0,00	\$ 29.374,15	\$ 32.697,57	\$ 36.308,37	\$ 43.984,93	\$ 48.246,46	\$ 181.545,05
15% Trabajadores	\$0,00	\$4.406,12	\$4.904,64	\$5.446,26	\$6.597,74	\$7.236,97	\$27.231,76
Impuestos (25%)	\$ 0,00	\$ 7.343,54	\$ 8.174,39	\$ 9.077,09	\$ 10.996,23	\$ 12.061,62	\$ 45.386,26
UTILIDAD NETA	\$ 0,00	\$ 17.624,49	\$ 19.618,54	\$ 21.785,02	\$ 26.390,96	\$ 28.947,88	\$ 108.927,03
FEO	\$0,00	\$26.221,49	\$28.215,54	\$30.382,02	\$31.234,21	\$33.791,13	
Gastos de Capital / Inversion Inicial	\$ 71.075,21						
Flujos de efectivo incrementales	\$ (71.075,21)	\$ 26.221,49	\$ 28.215,54	\$ 30.382,02	\$ 31.234,21	\$ 33.791,13	

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

En cuanto a los ingresos, se proyectó un ahorro inicial de \$52.014,69 en el primer año, proveniente de la recuperación de combustible que antes se perdía por evaporación. Este valor crece a una tasa del 7% anual, determinada con base en el comportamiento histórico de las ventas de TYDCO SERVICES. Al comparar los

ingresos generados entre enero y noviembre de 2023 (\$11.076.419,76) con el mismo periodo de 2024 (\$12.367.230,86), reflejando un crecimiento real del 12%. Sin embargo, se decidió utilizar una tasa más conservadora, debido a que en 2024 el sector enfrentó una crisis energética nacional que afectó directamente la dinámica operativa. Por ello, se consideró prudente suavizar el crecimiento proyectado, tomando en cuenta no solo el desempeño reciente de la empresa, sino también el contexto político y económico del país. A partir del año 1 de operación del proyecto, se aumentó el 1,6% anual, correspondiente al promedio de inflación de los últimos diez años en Ecuador. Este ajuste busca mantener las proyecciones en términos reales y evitar una sobreestimación de los ingresos esperados, permitiendo así una evaluación más equilibrada del desempeño financiero del proyecto.

Para los egresos operativos del proyecto, se aplicó una tasa inicial de crecimiento del 5%, calculada a partir del promedio de egresos registrados entre enero y noviembre de los años 2023 y 2024. Esta tasa refleja el comportamiento real del gasto durante ese período y se consideró representativa para proyectar costos como mantenimiento de equipos, servicios prestados, suministros y materiales. A partir del segundo año, se incrementó esta tasa sumando el factor inflacionario del 1,6%, resultando en una tasa de crecimiento del 7% anual para los siguientes años.

En el flujo financiero del proyecto, el beneficio generado por los paneles solares se registra como un ingreso directo bajo el rubro "Ahorro estimado con

paneles solares". Este enfoque permite reflejar con mayor transparencia el impacto económico positivo de la autogeneración eléctrica, diferenciándolo del gasto en electricidad que se mantiene en el apartado de egresos como "Luz eléctrica". De esta forma, se evidencia que la energía solar no solo reduce la dependencia de la red eléctrica, sino que también mejora el resultado operativo mes a mes al aportar directamente a los ingresos del proyecto. Esta estructura contable facilita el análisis real del flujo de caja y permite valorar de forma clara el aporte económico que representa esta solución sostenible dentro del modelo general de la estación.

El análisis financiero del proyecto se complementa con la proyección del Flujo Económico Operativo (FEO), el cual refleja los beneficios netos que genera la operación de los sistemas sostenibles antes de impuestos y depreciación. Desde el primer año, se obtiene un FEO positivo de \$26.221,49, el cual aumenta de forma progresiva hasta alcanzar los \$33.791,13 en el quinto año. Este crecimiento sostenido refleja la capacidad del proyecto para generar valor desde sus primeras etapas, confirmando su viabilidad económica y el retorno progresivo de la inversión realizada en infraestructura sostenible.

Por su parte, los flujos de efectivo incrementales reflejan con claridad el valor económico adicional que genera la implementación del proyecto, en comparación con un escenario base sin intervención. Inician con una salida de efectivo por la inversión de \$71.075,21 en el año 0, a partir del primer año, se registran ingresos positivos que crecen progresivamente: \$26.221,49 en el año 1, \$28.215,54 en el

año 2, \$30.382,02 en el año 3, \$31.234,21 en el año 4, y \$33.791,13 en el año 5.

Esta tendencia de crecimiento progresivo confirma que la inversión se recupera en un plazo corto y, además, que el proyecto tiene la capacidad de generar excedentes sostenibles en el tiempo. Esto fortalece la liquidez operativa de TYDCO SERVICES y ratifica su viabilidad económica como una solución de valor para el negocio.

Tabla 23

Cálculo VPF y VPN

Tasa de Descuento	12%			
Valor Presente de Los Flujos	\$106.801,43			
Valor presente Neto	\$35.726,22	(- costo + VP de los flujos)		VPN
	Se acepta este proyecto			

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

La tasa de descuento utilizada fue del 12%, determinada como el costo promedio ponderado de capital (WACC), tomando en cuenta la estructura de financiamiento entre deuda bancaria y capital propio. Esta tasa se empleó para actualizar los flujos futuros del proyecto y determinar su valor presente. El resultado del cálculo arrojó un Valor Presente de los Flujos de Efectivo (VPE) de \$ 106.801,43, y al restarle la inversión inicial de \$ 71.075,21, se obtuvo un Valor Presente Neto (VPN) de \$ 35.726,22. Este valor positivo indica que el proyecto genera una rentabilidad superior al costo de capital y, por tanto, es financieramente viable.

Tabla 24

Cálculos TIR, ROI y ROE

Tasa Interna de Retorno	30%	TIR / IRR				
Se acepta el proyecto si tasa es superior a la tasa de descuento						
ROI	\$ 1,53	Por cada dólar invertido, me regresa 1,47 \$	retorno inversion			
ROE	\$ 35,54	Por cada dólar invertido, me regresa 35,54 \$	retorno patrimonio			

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

En cuanto a la Tasa Interna de Retorno (TIR), el proyecto alcanzó un 30%, lo que representa una rentabilidad superior a la tasa de descuento del 12%. Esta diferencia positiva confirma que la inversión propuesta no solo es viable, sino que además genera valor para los socios al superar el costo del capital invertido, consolidando su atractivo financiero.

Por otro lado, los indicadores de rentabilidad refuerzan este análisis. El Retorno sobre la Inversión (ROI) fue de 1,53, lo que significa que, por cada dólar invertido, se generan \$1,53 de retorno neto. En cuanto al Retorno sobre el Patrimonio (ROE), el valor alcanzó \$35,54, lo que indica que, por cada dólar de capital propio aportado, se obtiene una ganancia de \$35,54. Estas cifras no solo respaldan la decisión de inversión, sino que demuestran el alto impacto económico del proyecto sobre la rentabilidad general de TYDCO SERVICES.

5. Plan de implementación

La transición hacia un modelo de operación más eficiente y sostenible en TYDCO SERVICES requiere no solo elegir tecnologías que se ajusten a las necesidades reales del negocio, sino también planificar cuidadosamente su implementación ordenada, segura y alineada con los objetivos operativos de la empresa. Por esta razón, la implementación de las soluciones propuestas se realizará de forma progresiva, respetando la capacidad operativa de la estación, la disponibilidad de recursos y el ritmo en que cada cambio puede ser adoptado sin afectar la dinámica del negocio. Este plan contempla una serie de etapas que han sido diseñadas pensando en una incorporación paulatina de las soluciones sostenibles, procurando que cada una de ellas se adapte con facilidad a la infraestructura existente y al funcionamiento diario de la estación.

Se priorizan aquellas acciones que puedan ejecutarse sin interferir con el servicio al cliente, que aprovechen de forma eficiente los recursos disponibles y que, al mismo tiempo, generen beneficios tangibles tanto en lo económico como en lo ambiental. La propuesta busca integrar las tecnologías de manera coherente con los procesos actuales, logrando que aporten de forma conjunta al fortalecimiento de la cadena de valor. Cada etapa ha sido pensada con plazos razonables, considerando los aspectos técnicos, logísticos y operativos necesarios para su implementación, así como los mecanismos de seguimiento que permitan evaluar su impacto en el mediano y largo plazo.

a) Fases del proyecto: implementación progresiva de cada solución sostenible.

Sistema 1: Paneles solares

La implementación del sistema de paneles solares en TYDCO SERVICES se ha planificado como la primera fase del proyecto, considerando su rápida instalación, bajo impacto en las operaciones diarias y la posibilidad de generar beneficios inmediatos en la reducción del consumo eléctrico. Esta solución será incorporada de forma progresiva, asegurando su adaptación a la infraestructura existente y permitiendo realizar ajustes en cada etapa sin afectar el funcionamiento regular de la estación.

Fase 1: Evaluación técnica y planificación del sistema

Antes de iniciar cualquier instalación, se realizará un estudio técnico en sitio para revisar la capacidad estructural de la marquesina (264 m²) y el techo de las oficinas (97.2 m²). En esta etapa se definirá la ubicación exacta de los 21 paneles solares RESUN Half-cell de 580 Wp, así como la orientación norte e inclinación de 10° que se ajustará mediante estructuras de montaje (Álvarez, 2017). También se revisará el historial de consumo eléctrico de la estación para confirmar la viabilidad del sistema y proyectar el porcentaje de cobertura que se busca alcanzar, que es el 55% del consumo diario. Esta fase servirá como base para planificar la compra de materiales y coordinar con proveedores y técnicos instaladores.

Fase 2: Adquisición de equipos y preparación del sitio

Una vez finalizada la etapa de planificación, se procederá con la adquisición de todos los componentes del sistema. Esto incluye los paneles solares, el inversor

híbrido Growatt SPF 5000 ES, el datalogger ShineWiFi-X para monitoreo, cables PV1-F, conectores MC4, protecciones eléctricas, estructuras de montaje de aluminio anodizado 6063-T5, y todos los elementos de fijación necesarios. Durante esta fase también se preparará el sitio, asegurando que las superficies estén limpias, accesibles y listas para el montaje. Si es necesario, se reforzarán puntos específicos de la estructura para garantizar seguridad ante vientos o lluvias intensas.

Fase 3: Montaje e instalación del sistema fotovoltaico

Con los materiales en sitio, se dará inicio al montaje de las estructuras y a la instalación de los paneles solares. Se fijarán con grapas, pernos y anclajes adecuados, respetando la inclinación previamente definida. Posteriormente se realizará el tendido de los cables de corriente continua y alterna, la conexión del inversor y la integración con la red eléctrica interna de la estación. En esta fase también se instalarán las protecciones eléctricas necesarias en ambos lados del sistema (DC y AC), asegurando el cumplimiento de normativas de seguridad (Proviento, 2023).

Fase 4: Configuración del sistema y puesta en marcha

Una vez completada la instalación física, se procederá con la configuración del sistema de monitoreo a través del ShineWiFi-X, que permitirá visualizar el rendimiento energético desde la plataforma web y desde la app móvil. Se realizarán pruebas de generación, sincronización con la red, medición de voltajes y verificación del correcto funcionamiento del sistema (Proviento, 2023). En esta fase también se

validará que la energía generada se esté utilizando correctamente para abastecer las operaciones diurnas de la estación.

Fase 5: Capacitación y entrega operativa

Finalmente, se realizará una capacitación práctica al personal técnico que estará a cargo del sistema. Esta formación incluirá el monitoreo del rendimiento a través de la aplicación, la limpieza segura de los paneles, la identificación de alertas comunes y la verificación del estado de los conectores y protecciones (Growatt, 2025). El objetivo es dejar un equipo interno capacitado para el mantenimiento básico del sistema, sin depender exclusivamente del soporte externo. Concluida esta fase, se dejará el sistema plenamente operativo y documentado, con sus respectivas recomendaciones de uso y revisión.

Sistema 2: Recuperación de vapores

La implementación del sistema de recuperación de vapores en TYDCO SERVICES se ha planificado como la segunda fase del proyecto, enfocada en reducir las pérdidas de combustible por evaporación y minimizar el impacto ambiental de las operaciones. Esta solución será integrada de forma progresiva, considerando su compatibilidad con la infraestructura actual de la estación y asegurando que cada etapa de instalación pueda desarrollarse sin interrumpir el despacho de combustible ni alterar la rutina operativa. Su incorporación permitirá optimizar el uso del producto,

mejorar el cumplimiento ambiental y fortalecer el compromiso de la empresa con una operación más eficiente y responsable.

Fase 1: Evaluación técnica y diseño del sistema

Esta primera etapa contempla un levantamiento detallado de la infraestructura actual, incluyendo los surtidores de combustible, los tanques de almacenamiento subterráneo y las condiciones de ventilación de los compartimentos. También se evaluarán los volúmenes promedio de venta (203.423,42 galones/mes), la evaporación promedio del 0,4% y los horarios de mayor demanda. En base a esta información, se diseñará un sistema que contemple ambas fases de recuperación: en la descarga de los camiones cisterna (Fase I) y durante el despacho al vehículo (Fase II) (Energy & Commerce, 2023).

Fase 2: Adquisición de componentes y preparación de la estación

Se gestionará la adquisición de equipos como válvulas de presión-vacío OPW 623V-2203, sellos D85 Flow Thru, boquillas OPW 21Ge, mangueras coaxiales OPW 241TPS-1000 TWP y sensores de monitoreo. Además, se incluirá la unidad de condensación VRU Compacta, un sistema chiller, una bomba de retorno de condensados, un tanque intermedio de acero inoxidable, filtros de hidrocarburos y un controlador automático. Todo el proceso se planificará de modo que no interfiera con la operación habitual de la estación (Petrotech, 2022).

Fase 3: Instalación del sistema en tanques y surtidores

Con los materiales en sitio, se procederá a la implementación técnica en dos frentes. En los tanques de almacenamiento se instalarán válvulas de control de presión y sistemas de sellado que permitirán capturar los vapores durante la descarga de los camiones cisterna. Estos serán canalizados directamente al sistema de condensación. En los surtidores, se instalarán boquillas de doble conducto que permitirán despachar combustible y capturar vapores simultáneamente, que luego serán redirigidos por líneas de retorno KPS hacia el sistema de recuperación. La instalación se hará por módulos para evitar detener completamente el servicio durante el proceso.

Fase 4: Integración con sistema de monitoreo y validación

Se colocarán sensores de caudal, presión y temperatura conectados al sistema de monitoreo Franklin Fueling Systems HEALY, el cual estará integrado con el software Zencillo Automatización. Esta plataforma permitirá controlar en tiempo real la eficiencia del sistema, detectar fugas o fallos y generar reportes automáticos (Franklin Fueling Systems, 2023). Durante esta fase se validará que los vapores capturados estén siendo reconvertidos en gasolina líquida y reincorporados al sistema de almacenamiento.

Fase 5: Capacitación del personal y operación oficial del sistema

Finalmente, se capacitará al personal responsable de las operaciones y mantenimiento de la estación para que conozcan el funcionamiento del sistema de recuperación, el uso adecuado de las nuevas mangueras, la revisión periódica de válvulas y las medidas de seguridad. Esta formación también incluirá cómo actuar ante posibles anomalías, el control de los niveles de presión y la interpretación de los datos generados por los sensores. El sistema se dejará operando de forma continua, con reportes semanales para asegurar que la tasa de recuperación de vapores, estimada en un 90% sobre un volumen mensual de 1.997 galones emitidos, se mantenga dentro del rango de eficiencia proyectado (Petrotech, 2022).

Este enfoque por etapas permite integrar la tecnología sin interrupciones bruscas, asegurando que cada componente cumpla con su función, que el personal esté preparado, y que la estación comience a beneficiarse desde el primer momento de una operación más limpia, eficiente y comprometida con el entorno.

b) Recursos y costos asociados

La implementación de los sistemas sostenibles en TYDCO SERVICES se realizó en base al análisis detallado de los recursos requeridos y su costo asociado, con el objetivo de asegurar una integración funcional que no solo sea técnica y financieramente factible, sino que también este alineada con los valores de sostenibilidad y mejora operativa de la empresa. El proyecto contempla dos componentes principales: la instalación de un sistema fotovoltaico para la generación

de energía limpia y la incorporación de un sistema de recuperación de vapores (SRV), cada uno con una planificación específica de recursos, insumos, y servicios técnicos.

La inversión inicial total asciende a \$37.025,21, y comprende no solo la adquisición de equipos, sino también los servicios de instalación especializada, el mantenimiento proyectado para los primeros años de operación y la capacitación del personal encargado de operar ambos sistemas. Esta inversión se distribuye en \$9.203,70 para los paneles solares y \$61.871,51 para el sistema de recuperación de vapores, detallado en el capítulo financiero.

Para el sistema de paneles solares se incluyeron 21 módulos RESUN Half-cell de 580 Wp, junto con el inversor híbrido Growatt SPF 5000 ES, el datalogger ShineWiFi-X, cables solares PV1-F, conectores MC4, estructuras de montaje en aluminio anodizado, y protecciones eléctricas completas para corriente continua y alterna. Además, se consideraron componentes complementarios como canaletas metálicas, pernos, grapas y soportes, con un enfoque en asegurar durabilidad, eficiencia y facilidad de mantenimiento. La instalación fue valorada en \$1.600, el mantenimiento anual en \$360, y la capacitación técnica en \$125, garantizando así la operatividad y sostenibilidad del sistema a largo plazo.

Por su parte, el sistema de recuperación de vapores contempla una estructura más compleja, que incluye boquillas y mangueras coaxiales OPW, válvulas de presión-vacío, sensores de flujo de vapores, sistema de monitoreo HEALY, pantalla de control digital, tuberías KPS y conectores de seguridad. Además, incorpora una Unidad

Compacta de Recuperación y Condensación (VRU) que transforma los vapores capturados en gasolina líquida, apoyada por un sistema de refrigeración tipo chiller, bomba de retorno de condensados, tanque recolector de acero inoxidable, controlador automático y filtros especializados. Todo esto se conecta mediante tuberías de alta presión de acero inoxidable y sensores de monitoreo adicionales. Esta solución también incorpora equipamiento de seguridad para el personal, como gafas, guantes, mascarillas reutilizables, overoles antiestáticos y extintores PQS, asegurando una operación técnica segura y alineada con las normativas ambientales. El valor estimado de la instalación fue de \$6.400, el mantenimiento \$2.250, y la capacitación del personal responsable \$100.

En el diseño de ambos sistemas se tomó en cuenta la realidad específica de la estación: desde la estructura física del lugar hasta las condiciones ambientales del Valle de los Chillos, como el clima y la exposición solar que recibe la zona. Además, se consideraron las exigencias operativas del día a día, de modo que las soluciones se adapten sin alterar el funcionamiento habitual de la estación. La elección de cada componente respondió no solo a criterios de eficiencia técnica, sino también a la posibilidad de conseguirlos fácilmente en el mercado ecuatoriano, lo que garantiza una instalación más ágil y un mantenimiento práctico a largo plazo.

Esta inversión ha sido estructurada bajo un esquema mixto de financiamiento: un crédito bancario de \$71.075,21, que representa el 97,19% del total, y un aporte de capital propio de \$2.000 que representa el 2,81% del total. Esta estrategia no solo permite garantizar la ejecución del proyecto sin comprometer la liquidez del negocio,

sino que también asegura una distribución equilibrada del riesgo financiero y una rápida recuperación de la inversión a través de los ahorros generados.

c) Cronograma detallado de actividades con tiempos estimados de ejecución

La instalación del sistema de paneles solares en TYDCO SERVICES se ha planificado para ejecutarse en un plazo total de dos semanas, lo cual permite una implementación rápida, sin interferir significativamente con las operaciones diarias de la estación. El cronograma incluye todas las actividades necesarias, desde la preparación previa del sitio hasta la puesta en marcha del sistema, distribuidas de forma ordenada para optimizar los recursos técnicos y humanos disponibles.

Tabla 25

Cronograma Paneles Solares

Cronograma Paneles Solares				
Fase	Semana	Actividad	Fecha estimada	Duración (días)
Fase 1: Evaluación técnica y planificación del sistema	Semana 1	Inspección técnica del sitio y limpieza de superficies	Lunes 4 de agosto de 2025	1
Fase 2: Adquisición de equipos y preparación del sitio	Semana 1	Recepción de equipos y verificación de inventario	Martes 5 de agosto de 2025	1
Fase 3: Montaje e instalación del sistema fotovoltaico	Semana 1	Marcaje de puntos de anclaje en techos	Miércoles 6 de agosto de 2025	1
	Semana 1	Instalación de estructuras de montaje (Inicio)	Jueves 7 y viernes 8 de agosto de 2025	2
	Semana 1	Tendido de cableado de corriente continua (DC)	Sábado 9 de agosto de 2025	1
	Semana 1	Instalación de protecciones eléctricas DC y AC	Lunes 11 de agosto de 2025	1
	Semana 2	Montaje de paneles solares (Inicio)	Martes 12 y miércoles 13 de agosto de 2025	2
	Semana 2	Instalación del inversor Growatt SPF 5000 ES	Jueves 14 de agosto de 2025	1
Fase 4: Configuración del sistema y puesta en marcha	Semana 2	Configuración del datalogger ShineWiFi-X	Viernes 15 de agosto de 2025	1
	Semana 2	Pruebas de funcionamiento y conexión a red interna	Sábado 16 de agosto de 2025	1
Fase 5: Capacitación y entrega operativa	Semana 2	Capacitación técnica al personal	Lunes 18 de agosto de 2025	1

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

La instalación del sistema de recuperación de vapores en TYDCO SERVICES se ha planificado para ejecutarse en un plazo total de doce días calendario, distribuidos de forma estratégica para cubrir las dos fases del sistema sin interferir con la operatividad diaria de la estación. El cronograma contempla todas las actividades

necesarias, desde la recepción de los equipos hasta la capacitación final del personal, organizadas de manera progresiva y técnica para asegurar una implementación eficiente, segura y alineada con la infraestructura existente.

La Fase I se enfoca en la intervención de los tanques de almacenamiento subterráneo, donde se gestionan los vapores generados durante el proceso de descarga desde los camiones cisterna. Esta fase inicia con la recepción e inspección de los componentes del sistema, seguida por la instalación de válvulas de presión-vacío y sellos herméticos, actividad que tomará aproximadamente dos días. Posteriormente, se procederá con la instalación de sensores de presión y caudal, la colocación de tubería KPS con sus respectivos conectores industriales, y finalmente, la realización de pruebas de estanqueidad y calibración de válvulas (OPW Global, 2023). Esta fase ocupará los primeros cinco días del cronograma, garantizando que el sistema se integre de forma segura al sistema de almacenamiento actual.

La Fase II se adapta el sistema de recuperación a los surtidores de combustible, capturando los vapores liberados cuando los tanques de los vehículos son llenados. Las actividades inician con la instalación de boquillas OPW 21Ge y mangueras coaxiales OPW 241TPS-1000 TWP, las cuales permiten una succión simultánea de vapores sin alterar el flujo de despacho. Posteriormente, se conectan los sensores de flujo a la pantalla de control digital, que permite al operador visualizar los niveles de recuperación en tiempo real. Este sistema estará vinculado a la plataforma de monitoreo HEALY y al software de gestión interna de TYDCO SERVICES, garantizando un control continuo. Para finalizar, se ejecutan simulaciones de despacho

y se capacita al personal en el uso correcto del sistema, la detección de fallos y los protocolos de seguridad. Esta etapa refuerza no solo la eficiencia del sistema, sino también su integración con la dinámica diaria de la estación, sin interrumpir el servicio al cliente (Franklin Fueling Systems, 2023; Energy & Commerce, 2023).

Tabla 26

Cronograma Sistema Recuperación de Vapores

Fase	Semana	Actividad	Fecha estimada	Duración (días laborables)
Fase 1: Evaluación técnica y diseño del sistema	Semana 1	Inspección técnica del sitio: tanques, surtidores, líneas de carga, puntos de emisión	Lunes 4 de agosto de 2025	1
	Semana 1	Levantamiento de condiciones operativas y diseño del sistema según infraestructura existente	Martes 5 y miércoles 6 de agosto de 2025	2
	Semana 1	Validación del plan de implementación con Fluidec Ecuador	Jueves 7 de agosto de 2025	1
Fase 2: Adquisición de componentes y adecuación del sitio	Semana 1	Recepción de equipos, sensores, boquillas, válvulas y componentes del sistema de condensación	Viernes 8 de agosto de 2025	1
	Semana 2	Preparación del sitio: adecuación de bocas de carga, zonas de montaje y protecciones de seguridad	Lunes 11 y martes 12 de agosto de 2025	2
Fase 3: Instalación física del sistema en tanques y surtidores	Semana 2	Instalación de válvulas de presión-vacío, sellos D85 y adaptadores de carga	Miércoles 13 y jueves 14 de agosto	2
	Semana 2	Colocación de boquillas OPW 21Ge y mangueras coaxiales OPW 241TPS-1000 TWP en surtidores	Viernes 15 y sábado 16 de agosto	2
	Semana 3	Instalación de tuberías KPS, sensores de flujo, pantalla digital y líneas de retorno	Lunes 18 al jueves 21 de agosto	4
Fase 4: Integración y pruebas del sistema de condensación	Semana 3	Instalación de la unidad VRU compacta, chiller, tanque recolector, sensores y bomba de retorno	Viernes 22 y sábado 23 de agosto	2
	Semana 4	Pruebas de presión, succión, monitoreo de vapores y validación de hermeticidad	Lunes 25 y martes 26 de agosto	2
Fase 5: Capacitación y entrega operativa del sistema	Semana 4	Capacitación técnica al personal operativo y de mantenimiento	Miércoles 27 de agosto de 2025	1
	Semana 4	Entrega oficial del sistema, revisión de manuales y validación de parámetros de monitoreo	Jueves 28 de agosto de 2025	1

Nota. Elaboración propia con datos operativos de TYDCO SERVICES (2025).

6. Monitoreo y Ajustes

a) Indicadores clave de desempeño (KPIs)

Para evaluar de forma objetiva si la implementación de las soluciones sostenibles está generando los resultados esperados, se han definido una serie de indicadores clave de desempeño (KPIs). Cada uno está vinculado a un objetivo operativo, económico o ambiental, y su seguimiento permitirá validar la eficiencia de los sistemas instalados y tomar decisiones correctivas o de mejora cuando sea necesario.

En el caso del sistema de paneles solares, los indicadores serán:

A. Porcentaje de cobertura energética solar sobre el consumo total:

Este KPI permitirá conocer cuánta energía eléctrica está siendo sustituida por generación solar. Se calcula dividiendo la energía producida por los paneles solares entre el consumo eléctrico total de la estación en el mismo periodo. TYDCO SERVICES espera alcanzar un valor sostenido cercano al 55%. Este indicador se revisará mensualmente a través del datalogger ShineWiFi-X y las facturas eléctricas.

B. Energía solar generada al mes (kWh):

Indica cuánta energía se produce efectivamente con el sistema solar. Según las proyecciones, se estima una generación mensual promedio de 1.558 kWh, que será verificada mensualmente mediante el sistema ShineWiFi-X. Este KPI permitirá evaluar si los paneles están rindiendo conforme a su capacidad nominal (12,18 kWp).

C. Ahorro económico mensual por reducción en consumo eléctrico:

Este KPI medirá el impacto financiero directo de la energía solar. Se tomará como referencia el valor promedio de la factura previo a la instalación y se lo comparará con el gasto mensual posterior. Se espera alcanzar un ahorro estimado de \$2.056 mensuales, que representa cerca del 55% del consumo eléctrico total durante el día. Si este porcentaje disminuye, se revisarán posibles fallos en el sistema, necesidad de mantenimiento o variaciones inesperadas en el consumo.

En el caso del sistema de recuperación de vapores, los indicadores serán:

D. Volumen mensual de vapores recuperados (galones):

Se trata del KPI central del sistema de recuperación de vapores. TYDCO SERVICES proyecta recuperar el 90% de los vapores emitidos, lo que equivale a unos 1.797 galones por mes. Este dato se obtendrá mediante los sensores de

caudal instalados en surtidores y tanques, y servirá como referencia para detectar desviaciones o fugas.

E. Ahorro económico mensual por vapores recuperados:

Este KPI complementa al anterior, al traducir los galones recuperados en valor monetario. Con un costo promedio por galón de \$2,32, se espera un ahorro mensual de aproximadamente \$4.163. La verificación de este KPI se realizará cruzando los datos de recuperación con los precios de compra del combustible.

F. Ahorro económico mensual por vapores recuperados:

Mediante la condensación de vapores, se evitará la liberación de aproximadamente 19,9 toneladas de CO₂ equivalentes al año. Este KPI ambiental se calculará utilizando coeficientes de conversión basados en datos de la EPA y del Ministerio del Ambiente, considerando el volumen de hidrocarburos recuperado.

b) Herramientas de seguimiento y control

Para asegurar que los sistemas sostenibles implementados en TYDCO SERVICES cumplen con sus objetivos operativos, económicos y ambientales, se emplearán herramientas de seguimiento y control específicas, seleccionadas en función de la naturaleza de cada tecnología y la disponibilidad de datos en

tiempo real. Estas herramientas permitirán validar los indicadores clave de desempeño (KPIs) definidos previamente, facilitando un monitoreo continuo y una toma de decisiones oportuna basada en evidencia.

Para el sistema de paneles solares, el control será gestionado mediante el datalogger ShineWiFi-X, que recopila datos precisos sobre la producción energética diaria, niveles de eficiencia y posibles caídas de rendimiento. Esta información será visualizada a través de las plataformas ShinePhone (móvil) y ShineServer (web), las cuales permiten el acceso desde cualquier dispositivo conectado a internet. A través de estos canales se generarán alertas automáticas cuando los niveles de producción caigan por debajo de los umbrales establecidos, lo que permitirá actuar de forma inmediata ante fallos técnicos, acumulación de suciedad en los paneles o pérdidas por degradación (Growatt, 2024). Además, las facturas eléctricas mensuales seguirán siendo una fuente clave de validación externa para cruzar los datos del monitoreo con el consumo real registrado por la red pública.

En el caso del sistema de recuperación de vapores, el monitoreo se realizará principalmente con el Franklin Fueling Systems HEALY™, una solución especializada que permite rastrear el flujo de vapores en tiempo real, detectar fugas y generar alarmas ante cualquier desviación en la captura esperada. Este sistema estará integrado al software de gestión Zencillo Automatización, que centralizará toda la información recopilada y permitirá generar reportes automáticos de desempeño, programar mantenimientos

preventivos y evaluar la eficiencia global del sistema (Franklin Fueling Systems, 2023). Gracias a esta plataforma, será posible medir de forma continua el volumen de vapores recuperados y compararlo con los objetivos mensuales establecidos (1.797 galones promedio), así como calcular su equivalencia económica y ambiental.

Finalmente, el seguimiento documental será otra herramienta clave: se mantendrán bitácoras operativas, registros de mantenimiento, y se elaborarán reportes trimestrales que comparen los KPIs proyectados con los resultados reales. Esta documentación será útil no solo para ajustes internos, sino también para auditorías externas, certificaciones ambientales y solicitudes de incentivos tributarios relacionados con sostenibilidad.

c) Estrategias de mejora continua

TYDCO SERVICES se compromete a mantener una política de mejora continua en sus sistemas sostenibles, adaptándose a las innovaciones tecnológicas y a las mejores prácticas internacionales. A continuación, se detallan las estrategias propuestas para optimizar aún más los procesos implementados:

1. Incorporación de sistemas de almacenamiento de energía en el sistema fotovoltaico

Actualmente, el sistema solar instalado cubre aproximadamente el 55% del consumo energético diurno de la estación. Para maximizar la autonomía energética y aprovechar al máximo la generación solar, se propone la integración de sistemas de almacenamiento de energía mediante baterías. Esta medida permitiría:

- Autonomía energética nocturna: Almacenar el excedente de energía generado durante el día para su uso en horas nocturnas, reduciendo la dependencia de la red eléctrica convencional.
- Resiliencia ante interrupciones: Proporcionar una fuente de energía de respaldo en caso de cortes en el suministro eléctrico, asegurando la continuidad operativa de la estación.
- Optimización económica: Minimizar los costos asociados a la demanda energética en horarios de tarifa elevada, al utilizar la energía almacenada en lugar de consumir de la red.

Estudios recientes destacan que la integración de sistemas de almacenamiento en instalaciones solares mejora significativamente la eficiencia energética y la estabilidad del suministro (National Renewable Energy Laboratory, 2020). Además, la Agencia Internacional de Energía señala que las baterías de almacenamiento son esenciales para maximizar el autoconsumo de energía solar y mejorar la resiliencia energética (International Energy Agency, 2021).

2. Implementación de filtros de carbón activado en el sistema de recuperación de vapores

Aunque el sistema de recuperación de vapores instalado actualmente logra una eficiencia del 90% en la captura de compuestos orgánicos volátiles (COVs), se identifica la oportunidad de mejorar este porcentaje mediante la incorporación de filtros de carbón activado. Esta tecnología permitiría:

- Captura adicional de COVs: Adsorber los vapores residuales que no son recuperados por el sistema actual, incrementando la eficiencia total de recuperación.
- Reducción de emisiones: Disminuir la liberación de compuestos nocivos al ambiente, contribuyendo a la mejora de la calidad del aire y al cumplimiento de normativas ambientales más estrictas.
- Recuperación de producto: Posibilidad de recuperar hidrocarburos adicionales, generando un beneficio económico adicional.

La Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. reconoce la eficacia de los sistemas de adsorción con carbón activado para la captura de COVs, destacando su capacidad para alcanzar eficiencias superiores al 95% (U.S. Environmental Protection Agency, 2021). Asimismo, estudios especializados indican que los

sistemas de recuperación de vapores basados en carbón activado son altamente eficientes y confiables, incluso con bajos requerimientos de mantenimiento (John Zink Company, 2017).

3. Fortalecimiento del monitoreo y análisis de datos

Para garantizar la efectividad de las estrategias mencionadas, se propone:

- Actualización de sistemas de monitoreo: Integrar tecnologías avanzadas que permitan un seguimiento en tiempo real del rendimiento de los sistemas, facilitando la detección temprana de desviaciones y la implementación de acciones correctivas.
- Capacitación continua del personal: Asegurar que el equipo técnico esté actualizado en las mejores prácticas y tecnologías emergentes, promoviendo una cultura de mejora continua.
- Análisis periódico de KPIs: Revisar y ajustar los indicadores clave de desempeño establecidos, adaptándolos a las nuevas condiciones operativas y objetivos estratégicos de la organización.

Estas acciones fortalecerán la capacidad de TYDCO SERVICES para adaptarse proactivamente a los cambios tecnológicos y regulatorios, asegurando la sostenibilidad y eficiencia de sus operaciones a largo plazo.

7. Conclusiones y Recomendaciones

a) Síntesis de los hallazgos más importantes del proyecto.

El desarrollo de este proyecto permitió identificar que TYDCO SERVICES tiene una oportunidad clara para transformar su operación tradicional en un modelo más eficiente, sostenible y alineado con los nuevos estándares ambientales y energéticos. A lo largo del análisis se demostró que tanto el sistema de paneles solares como el sistema de recuperación y condensación de vapores son tecnologías viables técnica y financieramente, con una alta capacidad de adaptación a la infraestructura actual de la estación.

Desde el punto de vista energético, se comprobó que la generación fotovoltaica cubrirá un 55% del consumo eléctrico diurno, generando un ahorro estimado de 1.558 kWh al mes y una reducción de aproximadamente 7,5 toneladas de CO₂ al año. Esta medida no solo disminuye el gasto mensual en electricidad, sino que también posiciona a la estación en una senda de autonomía energética a futuro, sobre todo si se llega a complementar con baterías de almacenamiento.

En lo referente a la gestión de combustibles, la implementación del sistema de recuperación de vapores, complementado con una unidad de condensación permitirá capturar hasta el 90% de las pérdidas por evaporación, es decir, cerca de 1.797 galones mensuales que antes se liberaban al ambiente. Esta recuperación no solo representa un

ahorro económico significativo (más de \$4.000 al mes), sino que también evita la emisión de 17,1 toneladas de CO₂ al año, consolidando un impacto ambiental tangible.

Además, el análisis financiero evidenció que la inversión total es recuperable en menos de tres años, con un Valor Presente Neto (VPN) positivo de \$35.726,22, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 30% y un ROI de \$1,53. Estos resultados confirman que el proyecto no solo es rentable, sino que también aporta estabilidad al flujo de caja y mejora la rentabilidad patrimonial de la empresa.

Finalmente, se demostró que ambas soluciones pueden integrarse de forma sinérgica a las operaciones actuales sin afectar la continuidad del servicio, respetando los horarios de mayor demanda y adaptándose a los flujos internos de la estación. Con ello, TYDCO SERVICES no solo reduce costos, sino que reafirma su compromiso con la sostenibilidad, se anticipa a futuras exigencias regulatorias y fortalece su posición competitiva en el sector energético del país.

b) Beneficios económicos, ambientales y operativos alcanzados.

La implementación de soluciones sostenibles en TYDCO SERVICES generó beneficios tangibles en tres niveles: económico, ambiental y operativo. Desde el punto de vista económico, los dos sistemas integrados —paneles solares y recuperación de vapores con condensación— permitieron alcanzar un ahorro total estimado de \$52.014,69 anuales, compuesto por \$49.958,66 en recuperación de combustibles y \$2.056,03 en reducción del consumo eléctrico. Esta mejora financiera impacta

directamente en la rentabilidad del negocio y reduce la exposición a los costos variables del mercado energético y de hidrocarburos.

En el plano ambiental, los beneficios son igual de significativos. El sistema fotovoltaico permite evitar la emisión de aproximadamente 7,5 toneladas de CO₂ al año, mientras que la recuperación de vapores con condensación evita 17,1 toneladas adicionales, lo que en conjunto representa una mitigación total de 24,6 toneladas de CO₂ anuales. Esta cifra equivale aproximadamente a la huella de carbono anual de casi seis personas en el Valle de los Chillos, reforzando el compromiso de la empresa con la sostenibilidad y la acción climática.

Operativamente, la estación ha mejorado su eficiencia y seguridad sin alterar su ritmo habitual. El sistema de recuperación de vapores permite capturar hasta el 90% de las emisiones generadas tanto en la descarga como en el despacho de combustibles, reincorporando el producto en forma líquida gracias a la tecnología de condensación. A esto se suma el monitoreo en tiempo real, que garantiza una supervisión constante, permite actuar ante cualquier desviación, y facilita decisiones informadas para el mantenimiento preventivo y correctivo. Todo ello contribuye a un entorno de trabajo más limpio, moderno y alineado con las regulaciones actuales del sector.

c) Recomendaciones para futuras optimizaciones.

Una vez implementados los sistemas de paneles solares y recuperación-condensación de vapores en TYDCO SERVICES, se identifican varias oportunidades para seguir mejorando el desempeño energético, ambiental y operativo de la estación.

A mediano plazo, se recomienda incorporar baterías de almacenamiento de energía solar. Esta solución permitiría acumular el excedente generado durante el día para utilizarlo en horarios nocturnos, especialmente durante los picos de demanda entre las 5:00 a.m. y 8:00 a.m. y de 4:00 p.m. a 10:00 p.m. Además de mejorar la autosuficiencia energética, esta medida reduciría aún más la dependencia de la red eléctrica convencional y aumentaría la resiliencia operativa frente a interrupciones del suministro.

En lo que respecta al sistema de recuperación de vapores, una alternativa que puede potenciar aún más la eficiencia ambiental es la incorporación de un sistema de filtrado por carbón activado. Esta tecnología permite tratar los vapores residuales que no alcanzan a condensarse, purificándolos antes de liberarlos al ambiente. Es una medida complementaria de bajo consumo energético, que puede disminuir considerablemente la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs), reforzando el cumplimiento normativo y mejorando el perfil ambiental de la estación (US EPA, 2020).

También se recomienda fortalecer el sistema de análisis de datos mediante la digitalización de reportes históricos y la implementación de dashboards interactivos que integren métricas clave en tiempo real. Esta herramienta permitiría tomar

decisiones más rápidas, identificar patrones de consumo o pérdidas, y facilitar la rendición de cuentas ante entes de control.

Por último, es importante mantener un enfoque de mejora continua en el mantenimiento de los sistemas instalados. Establecer rondas de inspección técnica trimestrales, revisar periódicamente la eficiencia de los sensores, y actualizar la capacitación del personal conforme se modernicen los equipos será esencial para mantener el desempeño proyectado.

REFERENCIAS

AccuWeather. (2025). *Tiempo actual en Conocoto, Pichincha, Ecuador*. Accuweather.com;

AccuWeather. <https://www.accuweather.com/es/ec/conocoto/125093/current-weather/125093>

Álvarez, D. A. (2017). *Evaluación de la orientación y el ángulo de inclinación óptimo de una superficie plana para maximizar la captación de irradiación solar en Cuenca-Ecuador* (Bachelor's thesis).

Amura, C. M. S. (2024, noviembre 7). *Estos son los vehículos eléctricos con más ventas en Ecuador*. *Forbes Ecuador*. <https://www.forbes.com.ec/negocios/estos-son-vehiculos-electricos-mas-ventas-ecuador-n62343>

Davila, C. (2018, March 7). *Cómo gestionar residuos en las estaciones de servicio - Incinerox*. Incinerox. <https://incinerox.com.ec/como-gestionar-residuos-en-las-estaciones-de-servicio/>

Delta Global. (2024). *Protecciones eléctricas para sistemas fotovoltaicos*. Recuperado de <https://www.deltaglobal.com>

Domene Serrano, J. L. (2023). *Diseño de instalación de generación de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos para autoconsumo y vertido a red en la gasolinera de la estación de autobuses de Elche*.

Energy & Commerce. (2024). *Recuperación de Vapores en las Estaciones de Servicio*.

Recuperado de <https://energyandcommerce.com.mx/recuperacion-de-vapores-en-las-estaciones-de-servicio/>

Environmental Protection Agency (EPA). (2001). *EIIP Volume III: Chapter 11 - Gasoline Marketing (Stage I and Stage II)*. Recuperado de

https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-08/documents/iii11_apr2001.pdf

Espinoza, J. (2015). *Manual de Operación y Mantenimiento para Parques Fotovoltaicos*.

Escuela Politécnica Nacional. Recuperado de

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10602/1/CD-6279.pdf>

FourKites (2021). Cadena de suministro sostenible: Su guía para construir la sostenibilidad de la cadena de suministro. Recuperado de: <https://www.fourkites.com/es/sustainable-supply-chain/>

Franco, P. T. (2024, June 14). *Vehículos eléctricos crecen el 71 % en ventas en Ecuador y los híbridos suben el 42 %*. Eluniverso.com; El Universo.

<https://www.eluniverso.com/noticias/economia/vehiculos-electricos-hibridos-ventas-crecimiento-aeade-cinae-nota/>

GAD Metropolitana de Quito. (2020). *Inventario de Emisiones de la Ciudad de Quito*.

Growatt | Global Leading Distributed Energy Solution Provider. (2025). Growatt.com.

<https://en.growatt.com/>

Heliostrategia Ecuador. (2024). *Estructura para techo plano*. Recuperado de

<https://heliostrategiaecuador.com>

Henrik Lerke. (2023). *Distribución de combustible: del desafío a la oportunidad*.

Amcsgroup.com. <https://www.amcsgroup.com/es/blogs/distribucion-de-combustible-del-desafio-a-la-oportunidad/>

International Energy Agency. (2021). The Role of Batteries in Clean Energy Transitions.

Recuperado de <https://www.iea.org/reports/the-role-of-batteries-in-clean-energy-transitions>

John Zink Company. (2017). Activated Carbon in Vapour Recovery Units. Recuperado de

<https://www.johnzink.com/resources-training/knowledge-hub/understanding-vapor-recovery-units-%28vrus%29-and-how-they-work>

Lopez Vera, E. M. (2019). *Estudio de factibilidad de un sistema recuperador de vapores*

COVs para terminales y estaciones de servicio Guayaquil [Trabajo de titulación, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio UCSG.

Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12524/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-193.pdf>

Ludeño, V (2019, Enero 9). *La importancia de la recuperación de vapores*. Revista

Consultoría. <https://revistaconsultoria.com.mx/la-importancia-la-recuperacion-vapores/>

Magistrelli, B. (2023). *Creación de una cadena de suministro sostenible: liderando el camino en América Latina*. Maersk.com. <https://www.maersk.com/es-mx/news/articles/2023/10/25/creating-a-sustainable-supply-chain-leading-the-way-in-latin-america>

Ministerio del Ambiente de Ecuador (2022). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero*.

National Renewable Energy Laboratory. (2020). Energy Storage Integration. Recuperado de <https://www.nrel.gov/grid/energy-storage.html>

Pierre, A. M. L. (2022). Proyecto de instalación de estación de servicio de vehículos.

Powest Ecuador. (2024). *Paneles solares de 170 Wp para instalaciones comerciales*.

Recuperado de <https://powest.com>

Proviento. (2023). *Cableado fotovoltaico y conectores MC4 para sistemas solares*. Recuperado de <https://proviento.com.ec>

Proviento. (2023). *Cables Solares THHN Multiflex*. PROVIENTO STORE.

<https://proviento.com.ec/accesorios-y-material-menor/180-cables-solares-thhn-multiflex.html>

Proviento. (2023). *Panel Solar 230Wp /12VDC Monocrystalino RESUN*. PROVIENTO

STORE. <https://proviento.com.ec/paneles-solares/3-panel-solar-230wp-12vdc-monocrystalino-resun-.html>

RDS. (2022). *Photovoltaic installations at service stations and petrol stations*.

<https://www.grupords.es/en/photovoltaic-installations-at-service-stations-and-petrol-stations/>

REC Solar. (2019). *Guía rápida de limpieza: Garantizar el mejor rendimiento de los paneles solares*. Recuperado de

https://www.recgroup.com/sites/default/files/documents/quick_guide_cleaning_es.pdf

Ross, S. A., Westerfield, R. W., & Jordan, B. D. (2018). *Fundamentos de finanzas corporativas* (12.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Ruiz, J. A. B., & Salazar, E. F. Á. (2024). Análisis de puntos de carga para vehículos eléctricos en el distrito metropolitano de Quito en el año 2022. *SATHIRI*, 19(2), 178-187.

Sanchez, D. (2024, agosto 21). *La Relevancia de los Equipos para Recuperación de Vapores en la Industria de Combustibles*. KMX Chile | Contáctenos al +56 232 091 342; KMX.

<https://www.kmx.cl/articulo-equipos-de-recuperacion-de-vapores-eficiencia-y-sostenibilidad-en-industria-combustibles/>

SMA - *Heliostrategiaecuador*. (2022, abril 10). *Heliostrategiaecuador*.

<https://heliostrategiaecuador.com/sma/>

SMA Solar Technology AG. (2021). *Manual de usuario - SUNNY PORTAL powered by ennexOS*. Recuperado de [https://files.sma.de/downloads/SUNNYPORTALennexOS-BA-en-](https://files.sma.de/downloads/SUNNYPORTALennexOS-BA-en-16.pdf)

[16.pdf](https://files.sma.de/downloads/SUNNYPORTALennexOS-BA-en-16.pdf)

SMA Solar Technology. (2023). *Manual de usuario - Inversor SMA Sunny Boy 3.0 y SMA Sunny Portal*. Recuperado de <https://www.sma.de>

SMA Solar. (s. f.). <https://www.sma.de/es/productos/caracteristicas-producto-interfaces/sma-smart-connected>

Servicio de Rentas Internas. (2022). *Normas para el reconocimiento, depreciación y revalorización de activos fijos*. <https://www.sri.gob.ec>

Tapia, E. (2023, June 15). *Ecuador, un entusiasta comprador de autos eléctricos e híbridos*. Primicias. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/carros-electricos-ventas-ecuador-lidera/>

Tapia, E. (2024, octubre 15). *Carros híbridos y eléctricos ya son el 13% de las ventas en Ecuador, ¿Cuáles son los más vendidos y cuánto cuestan?* Primicias. <https://www.primicias.ec/economia/carros-hibridos-electricos-ventas-modelos-precios-81130>

U.S. Environmental Protection Agency. (2021). Vapor Recovery Units (VRUs). Recuperado de <https://www.epa.gov/natural-gas-star-program/vapor-recovery-units>

1. United Nations. (2020). Energías renovables: energías para un futuro más seguro | Naciones Unidas. United Nations; United Nations. <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>

US EPA. *Ozone: Stage Two Vapor Recovery Rule and Guidance* (2015, September 28). US EPA. <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ozone-stage-two-vapor-recovery-rule-and-guidance>

Vásconez, L. (2024, October 6). *Paneles solares están en auge en Ecuador*. El Comercio. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/paneles-solares-auge-ecuador-cortes-de-luz.html>

Zencillo Automatización. (2024). *Software de Automatización para Gestión de Estaciones de Servicio*. Zencillo.

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	128.
ANEXO 2.	133.
ANEXO 3.	134.

ANEXO 1: ANÁLISIS DETALLADO DEL PERFIL DE CONSUMO ENERGÉTICO EN TYDCO SERVICES

El presente anexo expone el análisis técnico detallado del perfil de consumo energético de la estación de servicio TYDCO SERVICES, con el fin de sustentar el diseño del sistema fotovoltaico propuesto. Este análisis se fundamenta en la revisión de facturación eléctrica real, el conocimiento de los procesos operativos de la estación, y la evaluación de los horarios de funcionamiento en relación con el potencial de generación solar.

1. Consumo energético total

De acuerdo con la factura emitida por la Empresa Eléctrica Quito para el periodo comprendido entre el 10 de enero y el 10 de febrero de 2025, TYDCO SERVICES registró un consumo total de:

- 2,832 kWh en 32 días, lo que equivale a un promedio diario de:

$$\frac{2,832 \text{ kWh}}{32 \text{ días}} = 88.5 \frac{\text{kWh}}{\text{d}} \text{ día}$$

Este valor representa el consumo eléctrico total de la estación, incluyendo actividades operativas, administrativas y de seguridad, distribuidas a lo largo de las 24 horas del día.

2. Horarios operativos y distribución del consumo

TYDCO SERVICES opera de forma continua las 24 horas del día; sin embargo, el comportamiento energético varía a lo largo del día según el flujo vehicular y las actividades administrativas. Los picos de afluencia de vehículos se presentan principalmente en dos franjas horarias: de 05h00 a 08h00 y de 16h00 a 22h00, lo cual implica una alta demanda energética antes y después del periodo de generación solar. Las oficinas administrativas, por su parte, operan de 07h30 a 17h30, generando una carga constante durante el día por el uso de equipos informáticos, iluminación, ventilación y otros dispositivos.

Con base en estos patrones operativos y la coincidencia con el horario de generación solar, se definieron dos bloques principales de consumo:

- Un bloque diurno, correspondiente al horario de generación solar (de 08h00 a 16h00), durante el cual las oficinas están activas y se mantiene un nivel constante de operación.
- Un bloque nocturno, correspondiente a las horas fuera del rango solar, cuando continúan las actividades operativas mínimas, iluminación exterior, seguridad y los picos de despacho vehicular.

Para obtener la proporción de consumo diario que ocurre durante las horas solares, primero se calculó el consumo promedio por hora suponiendo una distribución uniforme durante las 24 horas del día:

$$\text{Consumo promedio horario diario} = \frac{88.5 \text{ kWh}}{24 \text{ horas}} = 3.6875 \text{ kWh/hora}$$

No obstante, la operación de TYDCO SERVICES no es uniforme. Durante el bloque de 08h00 a 16h00 se mantiene una operación continua de oficinas, despacho de combustible y mayor tránsito vehicular, lo que incrementa la carga eléctrica. Para determinar cuánto se consume específicamente en ese bloque, se realizó el siguiente cálculo inverso:

$$\text{Consumo horario solar estimado} = 6.1 \text{ kWh/hora}$$

Este valor fue obtenido al suponer que en esas 8 horas se consume el 55% del total diario, es decir:

$$\text{Consumo diurno total} = 88.5 \times 0.55 = 48.675 \text{ kWh/día}$$

$$\text{Consumo diurno total} = \frac{48.675 \text{ kWh}}{8 \text{ horas}} = 6.08 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} \approx 6.1 \text{ kWh/hora}$$

Este valor representa un consumo horario más alto que el promedio diario. Por tanto, se puede establecer el siguiente cociente para comparar ambos consumos por hora:

$$\text{Factor de intensidad relativa} = \frac{6.1}{3.6875} 1.65$$

Este factor indica que, en promedio, cada hora del bloque solar consume 1.65 veces más energía que el promedio del día completo. De esta manera, se justifica que el 55% del consumo diario ocurre en las 8 horas de generación solar:

$$\text{Factor de intensidad relativa} = \frac{8}{24} \times 1.65 = 0.55$$

En consecuencia, el bloque nocturno representa el 45% del consumo total diario. Aplicando estos porcentajes al consumo total diario se obtiene:

$$\text{Consumo diurno} = 88.5 \times 0.55 = 48.675 \text{ kWh/día}$$

$$\text{Consumo nocturno} = 88.5 \times 0.45 = 39.8 \text{ kWh/día}$$

Periodo horario	Actividad principal	% del consumo diario	kWh estimados/día
08h00 – 16h00	Oficinas, operación parcial, bombas activas	55%	48.7 kWh
16h00 – 08h00	Picos de vehículos, seguridad, luces exteriores	45%	39.8 kWh
Total		100%	88.5 kWh

3. Relación con la generación solar

La ventana efectiva de generación solar en la zona geográfica donde opera TYDCO SERVICES (Valle de Los Chillos – Quito, Ecuador) se estima en aproximadamente 5 horas solares pico (HSP) por día. Estas representan el equivalente a cinco horas de irradiación solar plena (1000 W/m²), concentradas entre las 08h00 y 16h00.

Considerando que las oficinas operan de 07h30 a 17h30 y que existe una actividad constante dentro del rango de generación solar, se concluyó que el 55% del consumo diario

ocurre durante ese bloque horario, en el cual el sistema fotovoltaico puede suplir directamente la demanda energética sin necesidad de almacenamiento. Esta estimación justifica el dimensionamiento del sistema fotovoltaico bajo condiciones técnicas reales.

4. Consumo diario vs. generación solar proyectada

Para cubrir los 48.7 kWh diarios estimados durante las horas de sol, se propuso la instalación de:

- 21 paneles solares monocristalinos de 580 Wp
- Potencia instalada total: 12.18 kWp
- Producción estimada:

$$12.18 \text{ kWp} \times 5HSP \times 0.8 = 48.7 \text{ kWh/día}$$

Este valor coincide con el consumo diurno estimado, lo que permite una cobertura eficiente sin generación excedente ni necesidad de almacenamiento.

5. Conclusión del análisis

El perfil energético de TYDCO SERVICES demuestra un patrón de consumo intensivo durante franjas horarias que no coinciden completamente con la disponibilidad de energía solar. Sin embargo, existe una fracción importante del consumo que ocurre durante el horario de generación solar, especialmente en las horas de actividad administrativa y operativa estable. Este análisis respalda la decisión de dimensionar el sistema fotovoltaico para cubrir aproximadamente el 55% del consumo diario total, lo que garantiza una solución técnicamente viable, económicamente eficiente y alineada con las condiciones reales de funcionamiento de la estación.

ANEXO 2: ESTADO DE RESULTADOS TYDCO SERVICES 2024

ESTADO DE RESULTADOS COMPAÑÍA TYDCO SERVICES AÑO 2024													
INGRESOS POR VENTAS													
		2%	10%	-4%	3%	-5%	-3%	2%	4%	10%	-2%		
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
COMBUSTIBLE	\$ 368.453,97	\$ 376.244,38	\$ 415.332,22	\$ 400.097,70	\$ 410.282,91	\$ 391.288,98	\$ 379.349,04	\$ 386.946,59	\$ 402.876,62	\$ 444.601,95	\$ 436.757,21	\$ 408.497,27	\$ 4.820.728,83
DIESEL GASOLINERA	\$ 132.888,93	\$ 135.151,59	\$ 148.500,95	\$ 145.306,98	\$ 147.933,73	\$ 136.482,93	\$ 142.427,09	\$ 140.186,31	\$ 149.874,49	\$ 159.529,85	\$ 155.732,71	\$ 147.578,61	\$ 1.741.594,18
EXTRA GASOLINERA	\$ 223.551,13	\$ 228.680,96	\$ 252.638,01	\$ 241.120,87	\$ 248.902,79	\$ 242.424,83	\$ 223.007,23	\$ 233.910,74	\$ 239.549,61	\$ 268.534,23	\$ 264.413,16	\$ 246.893,97	\$ 2.913.627,53
SUPER GASOLINERA	\$ 12.013,91	\$ 12.411,83	\$ 14.193,25	\$ 13.669,84	\$ 13.446,40	\$ 12.381,22	\$ 13.914,71	\$ 12.849,53	\$ 13.452,52	\$ 16.537,88	\$ 16.611,34	\$ 14.024,69	\$ 165.507,12
T/VENTAS	\$ 368.453,97	\$ 376.244,38	\$ 415.332,22	\$ 400.097,70	\$ 410.282,91	\$ 391.288,98	\$ 379.349,04	\$ 386.946,59	\$ 402.876,62	\$ 444.601,95	\$ 436.757,21	\$ 408.497,27	\$ 4.820.728,83
EGRESOS													
		9%	0%	1%	-11%	3%	9%	9%	-7%	18%	12%		
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
DIESEL GASOLINERA	\$ 118.735,57	\$ 131.585,85	\$ 129.422,01	\$ 131.051,57	\$ 85.731,38	\$ 116.685,78	\$ 130.548,00	\$ 135.819,11	\$ 130.163,34	\$ 151.657,02	\$ 201.240,19	\$ 138.469,66	\$ 1.601.109,48
EXTRA GASOLINERA	\$ 189.965,32	\$ 207.388,84	\$ 206.755,24	\$ 209.881,46	\$ 219.451,05	\$ 195.802,89	\$ 209.332,05	\$ 237.834,01	\$ 210.916,19	\$ 253.245,68	\$ 253.177,98	\$ 226.618,92	\$ 2.620.369,63
SUPER GASOLINERA	\$ 14.552,90	\$ 11.877,47	\$ 13.293,10	\$ 13.358,97	\$ 10.758,30	\$ 12.707,53	\$ 13.652,48	\$ 10.919,44	\$ 14.764,06	\$ 14.628,13	\$ 14.754,28	\$ 13.752,55	\$ 159.019,21
T/COSTO COMBUSTIBLE	\$ 323.253,79	\$ 350.852,16	\$ 349.470,35	\$ 354.292,00	\$ 315.940,73	\$ 325.196,20	\$ 353.532,53	\$ 384.572,56	\$ 355.843,59	\$ 419.530,83	\$ 469.172,45	\$ 378.841,13	\$ 4.380.498,32
		11%	-7%	-2%	7%	5%	36%	-15%	-14%	7%	26%		
SUELDOS Y SALARIOS	\$ 6.697,79	\$ 6.669,97	\$ 6.669,97	\$ 6.669,97	\$ 6.657,89	\$ 6.950,42	\$ 6.843,26	\$ 6.843,26	\$ 6.521,16	\$ 6.674,06	\$ 6.747,38	\$ 7.083,10	\$ 81.028,22
HORAS EXTRAS	\$ 315,14	\$ 515,20	\$ 612,96	\$ 364,32	\$ 475,25	\$ 535,47	\$ 292,30	\$ 425,15	\$ 557,76	\$ 523,98	\$ 688,00	\$ 508,21	\$ 5.813,73
FONDOS DE RESERVA	\$ 457,83	\$ 477,82	\$ 478,86	\$ 483,09	\$ 442,67	\$ 576,70	\$ 564,33	\$ 558,70	\$ 542,82	\$ 555,45	\$ 586,81	\$ 548,40	\$ 6.273,48
COMISIONES	\$ 0,00	\$ 1.807,53	\$ 793,04	\$ 1.362,17	\$ 889,81	\$ 898,81	\$ 877,76	\$ 854,44	\$ 1.093,98	\$ 2.091,91	\$ 1.912,21	\$ 1.205,18	\$ 13.786,83
BONO ALIMENTACION	\$ 10,82	\$ 10,82	\$ 10,82	\$ 10,82	\$ 10,82	\$ 10,82	\$ 10,82	\$ 10,82	\$ 10,82	\$ 10,82	\$ 10,82	\$ 11,41	\$ 130,48
APORTE PATRONAL IESS 12.15%	\$ 808,23	\$ 829,16	\$ 841,04	\$ 810,82	\$ 838,26	\$ 865,69	\$ 823,13	\$ 839,27	\$ 816,25	\$ 83,09	\$ 859,56	\$ 806,01	\$ 9.220,52
DECIMO TERCER SUELDO	\$ 554,34	\$ 568,70	\$ 576,84	\$ 556,12	\$ 574,94	\$ 593,76	\$ 564,56	\$ 575,63	\$ 559,84	\$ 569,77	\$ 589,55	\$ 601,94	\$ 6.885,99
DECIMO CUARTO SUELDO	\$ 332,88	\$ 332,88	\$ 332,88	\$ 332,88	\$ 339,33	\$ 354,55	\$ 345,79	\$ 345,79	\$ 345,79	\$ 331,96	\$ 331,96	\$ 356,97	\$ 4.083,66
BONIFICACION DESAHUCIO	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
VACACIONES	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
MANTENIMIENTO EXTINTORES	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 91,57	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 8,77	\$ 100,34
MANTENIMIENTO VEHICULOS	\$ 91,74	\$ 32,47	\$ 98,33	\$ 406,68	\$ 771,27	\$ 177,95	\$ 1.042,48	\$ 55,21	\$ 92,23	\$ 58,45	\$ 941,28	\$ 360,94	\$ 4.129,04
REPUESTOS VEHICULOS	\$ 142,52	\$ 16,40	\$ 224,51	\$ 212,21	\$ 64,60	\$ 141,84	\$ 127,98	\$ 144,48	\$ 549,74	\$ 132,16	\$ 1.306,14	\$ 293,36	\$ 3.355,94
LUBRICANTES Y ACEITES	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 29,46	\$ 0,00	\$ 33,29	\$ 4,08	\$ 3,84	\$ 4,08	\$ 0,00	\$ 36,08	\$ 10,62	\$ 121,45
PEAJES	\$ 0,00	\$ 6,86	\$ 0,72	\$ 0,00	\$ 144,69	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 2,53	\$ 36,08	\$ 1,08	\$ 18,39	\$ 210,35
COPIAS	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 36,08	\$ 11,10	\$ 0,00	\$ 0,43	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 4,56	\$ 52,17
ENCOMIENDA	\$ 18,67	\$ 14,48	\$ 22,52	\$ 19,29	\$ 23,05	\$ 35,29	\$ 21,63	\$ 27,91	\$ 24,02	\$ 15,05	\$ 29,43	\$ 24,07	\$ 275,41
SERVICIO DE TRANSPORTE	\$ 6.312,44	\$ 5.737,89	\$ 5.120,08	\$ 5.691,99	\$ 5.430,39	\$ 5.829,90	\$ 5.380,68	\$ 5.262,63	\$ 4.986,23	\$ 6.903,89	\$ 5.276,04	\$ 5.932,40	\$ 67.864,55
SEGUROS	\$ 980,59	\$ 520,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 485,49	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 190,32	\$ 2.177,21
MANTENIMIENTO SURTIDORES	\$ 0,00	\$ 54,77	\$ 0,00	\$ 103,74	\$ 104,64	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 223,71	\$ 0,00	\$ 81,57	\$ 100,40	\$ 64,07	\$ 732,90
REPUESTOS SURTIDORES	\$ 0,00	\$ 450,07	\$ 50,27	\$ 316,95	\$ 14,43	\$ 260,42	\$ 188,35	\$ 379,72	\$ 0,00	\$ 631,44	\$ 163,61	\$ 235,19	\$ 2.690,46
SUMINISTROS DE ASEO	\$ 26,84	\$ 171,86	\$ 131,11	\$ 35,67	\$ 108,45	\$ 60,83	\$ 1.231,21	\$ 24,24	\$ 165,22	\$ 160,09	\$ 39,10	\$ 206,39	\$ 2.361,00
CONTRIBUCIONES PATENTE	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 2.558,82	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 2.803,92
IMPUESTO PREDIAL	\$ 660,26	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 63,25	\$ 723,51
MATRICULA	\$ 0,00	\$ 679,37	\$ 43,52	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 29,08	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 72,03	\$ 823,99
CONTRIBUCIONES	\$ 194,84	\$ 14,43	\$ 14,43	\$ 107,68	\$ 14,43	\$ 14,43	\$ 32,47	\$ 6.486,65	\$ 14,43	\$ 14,43	\$ 14,43	\$ 663,11	\$ 7.585,79
SUMINISTROS DE OFICINA	\$ 10,22	\$ 1,05	\$ 6,42	\$ 848,70	\$ 49,29	\$ 1.003,97	\$ 314,67	\$ 97,95	\$ 14,77	\$ 424,14	\$ 6,39	\$ 266,06	\$ 3.043,61
HONORARIOS	\$ 1.123,76	\$ 1.766,03	\$ 569,30	\$ 623,42	\$ 750,53	\$ 672,73	\$ 412,94	\$ 1.055,13	\$ 324,74	\$ 503,15	\$ 412,94	\$ 786,87	\$ 9.001,53
SERVICIOS PRESTADOS	\$ 554,75	\$ 1.634,16	\$ 3.795,29	\$ 2.100,53	\$ 1.641,58	\$ 1.692,33	\$ 12.620,52	\$ 1.737,13	\$ 2.696,30	\$ 1.706,47	\$ 6.439,38	\$ 3.507,63	\$ 40.126,05
SERVICIOS DE INSPECCION Y CALIBRACION	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
ARRIENDO GASOLINERA	\$ 2.742,26	\$ 2.742,26	\$ 2.742,26	\$ 2.742,26	\$ 2.742,26	\$ 2.742,26	\$ 2.742,26	\$ 2.742,26	\$ 2.742,26	\$ 2.742,26	\$ 2.742,26	\$ 2.889,45	\$ 33.054,27
SUMINISTROS Y MATERIALES	\$ 59,53	\$ 0,00	\$ 124,83	\$ 9,24	\$ 46,10	\$ 0,00	\$ 266,83	\$ 5,49	\$ 19,09	\$ 2,83	\$ 0,00	\$ 51,14	\$ 585,06
OTROS BIENES	\$ 60,78	\$ 173,75	\$ 558,29	\$ 430,01	\$ 1.948,14	\$ 385,77	\$ 31,82	\$ 600,75	\$ 2.584,48	\$ 1.702,96	\$ 3.051,29	\$ 1.104,26	\$ 12.632,29
CONSUMO CELULAR	\$ 130,25	\$ 130,25	\$ 130,25	\$ 130,25	\$ 130,25	\$ 130,25	\$ 130,25	\$ 143,93	\$ 130,25	\$ 156,31	\$ 131,82	\$ 141,20	\$ 1.615,29
LIMPIEZA DE TANQUES	\$ 0,00	\$ 37,89	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 214,69	\$ 0,00	\$ 37,89	\$ 0,00	\$ 37,89	\$ 31,45	\$ 359,80
COMBUSTIBLE	\$ 1.662,40	\$ 1.462,45	\$ 1.254,33	\$ 682,41	\$ 1.209,64	\$ 1.151,59	\$ 1.232,86	\$ 1.427,05	\$ 1.187,23	\$ 2.005,07	\$ 1.452,58	\$ 1.410,74	\$ 16.138,34
LUZ ELECTRICA	\$ 239,58	\$ 242,12	\$ 224,36	\$ 225,80	\$ 208,66	\$ 222,20	\$ 242,14	\$ 243,18	\$ 251,94	\$ 250,10	\$ 228,73	\$ 247,02	\$ 2.825,84
AGUA POTABLE	\$ 19,85	\$ 23,86	\$ 25,65	\$ 25,99	\$ 20,65	\$ 21,37	\$ 33,97	\$ 24,61	\$ 26,92	\$ 26,18	\$ 25,44	\$ 26,29	\$ 300,77
INTERNET	\$ 101,61	\$ 101,61	\$ 68,81	\$ 68,81	\$ 94,07	\$ 101,61	\$ 101,61	\$ 101,61	\$ 101,61	\$ 68,81	\$ 101,61	\$ 96,91	\$ 1.108,66
CONSUMO TELEFONICO	\$ 27,28	\$ 30,14	\$ 57,84	\$ 0,00	\$ 35,22	\$ 27,38	\$ 18,49	\$ 18,10	\$ 14,13	\$ 14,48	\$ 14,37	\$ 24,66	\$ 282,09
GASTOS DE GESTION	\$ 231,59	\$ 286,76	\$ 334,48	\$ 251,75	\$ 603,85	\$ 255,70	\$ 321,28	\$ 356,31	\$ 1.510,65	\$ 322,12	\$ 180,73	\$ 445,92	\$ 5.101,14
GASTO DE VIAJES	\$ 0,00	\$ 52,05	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 176,00	\$ 203,87	\$ 0,00	\$ 669,20	\$ 0,00	\$ 567,50	\$ 96,10	\$ 169,04	\$ 1.933,76
GASTOS BANCARIOS	\$ 11,61	\$ 9,42	\$ 3,60	\$ 1,36	\$ 52,68	\$ 8,64	\$ 868,42	\$ 8,50	\$ 9,22	\$ 962,65	\$ 3.151,96	\$ 487,38	\$ 5.575,45
GASTOS NOTARIALES	\$ 0,00	\$ 37,77	\$ 1,29	\$ 61,17	\$ 11,81	\$ 59,86	\$ 37,29	\$ 977,27	\$ 2,58	\$ 176,00	\$ 0,65	\$ 130,82	\$ 1.496,52
GASTO IVA	\$ 1.378,19	\$ 1.344,53	\$ 907,00	\$ 608,27	\$ 1.620,67	\$ 994,01	\$ 2.809,63	\$ 1.347,12	\$ 1.116,08	\$ 1.098,72	\$ 2.378,55	\$ 1.494,57	\$ 17.097,34
ROBO O PERDIDA	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
INTERESES BANCARIOS	\$ 218,21	\$ 210,96	\$ 203,84	\$ 194,45	\$ 188,69	\$ 345,21	\$ 168,77	\$ 162,88	\$ 151,88	\$ 142,15	\$ 132,88	\$ 203,07	\$ 2.323,00
PROVISION JUBILACION PATRONAL	\$ 272,82	\$ 272,82	\$ 272,82	\$ 272,82	\$ 272,82	\$ 272,82	\$ 272,82	\$ 272,82	\$ 272,82	\$ 272,82	\$ 272,82	\$ 287,46	\$ 3.288,47
DEPRECIACION ACTIVOS FIJOS	\$ 860,02	\$ 860,02	\$ 860,02	\$ 860,02	\$ 960,75	\$ 960,75	\$ 1.044,27	\$ 1.044,27	\$ 1.044,27	\$ 1.044,27	\$ 1.044,27	\$ 1.013,72	\$ 11.596,65
NO DEDUCIBLES	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
TOTAL EGRESOS	\$ 27.309,63	\$ 30.331,37	\$ 28.162,56	\$ 27.687,20	\$ 29.679,69	\$ 31.151,31	\$ 42.328,35	\$ 36.096,99	\$ 31.040,59	\$ 33.063,19	\$ 41.536,53	\$ 34.329,46	\$ 392.716,87
UTILIDAD O PERDIDA	\$ 17.890,55	\$ 4.939,15	\$ 37.699,31	\$ 18.118,50	\$ 64.662,49	\$ 34.941,47	\$ -16.511,85	\$ -33.722,96	\$ 15.992,44	\$ -7.992,07	\$ -73.951,78	\$ -4.673,32	\$ 47.513,64

ANEXO 3: FLUJO DE CAJA CONSOLIDADO TYDCO SERVICES

Flujo de Caja Consolidado (Operaciones normales de la empresa incluido proyecto)							
INGRESOS POR VENTAS							
MES	Año 0 2025	Año 1 2026	Año 2 2027	Año 3 2028	Año 4 2029	Año 5 2030	TOTAL
COMBUSTIBLE	\$ 5.141.484,96	\$ 5.565.846,94	\$ 6.025.234,43	\$ 6.522.538,32	\$ 7.060.888,11	\$ 7.643.671,59	\$ 37.959.664,35
DIESEL GASOLINERA	\$ 1.857.474,38	\$ 2.010.784,46	\$ 2.176.748,29	\$ 2.356.410,24	\$ 2.550.900,92	\$ 2.761.444,26	\$ 13.713.762,55
EXTRA GASOLINERA	\$ 3.107.491,14	\$ 3.363.973,68	\$ 3.641.625,48	\$ 3.942.193,78	\$ 4.267.570,05	\$ 4.619.801,85	\$ 22.942.655,97
SUPER GASOLINERA	\$ 176.519,44	\$ 191.088,80	\$ 206.860,67	\$ 223.934,30	\$ 242.417,13	\$ 262.425,48	\$ 1.303.245,83
INGRESOS POR AHORRO DE COMBUSTIBLE	\$ 0,00	\$ 49.958,66	\$ 54.082,09	\$ 58.545,85	\$ 63.378,04	\$ 68.609,07	\$ 294.573,71
T/VENTAS	\$ 5.141.484,96	\$ 5.615.805,60	\$ 6.079.316,52	\$ 6.581.084,17	\$ 7.124.266,15	\$ 7.712.280,66	\$ 38.254.238,06
EGRESOS							
MES	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
DIESEL GASOLINERA	\$ 1.689.842,58	\$ 1.810.530,73	\$ 1.939.838,39	\$ 2.078.381,18	\$ 2.226.818,66	\$ 2.385.857,50	\$ 12.131.269,04
EXTRA GASOLINERA	\$ 2.765.589,88	\$ 2.963.107,63	\$ 3.174.732,06	\$ 3.401.470,65	\$ 3.644.402,86	\$ 3.904.685,22	\$ 19.853.988,30
SUPER GASOLINERA	\$ 167.832,01	\$ 179.818,54	\$ 192.661,13	\$ 206.420,94	\$ 221.163,48	\$ 236.958,92	\$ 1.204.855,02
T/COSTO COMBUSTIBLE	\$ 4.623.264,47	\$ 4.953.456,90	\$ 5.307.231,58	\$ 5.686.272,77	\$ 6.092.384,99	\$ 6.527.501,64	\$ 33.190.112,36
EGRESOS							
MES	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
SUELDOS Y SALARIOS	\$ 85.326,78	\$ 91.218,61	\$ 97.517,27	\$ 104.250,86	\$ 111.449,41	\$ 119.145,01	\$ 608.907,94
HORAS EXTRAS	\$ 6.122,15	\$ 6.544,88	\$ 6.996,81	\$ 7.479,94	\$ 7.996,43	\$ 8.548,59	\$ 43.688,80
FONDOS DE RESERVA	\$ 6.606,29	\$ 7.062,46	\$ 7.550,12	\$ 8.071,46	\$ 8.628,79	\$ 9.224,61	\$ 47.143,73
COMISIONES	\$ 14.518,23	\$ 15.520,72	\$ 16.592,42	\$ 17.738,14	\$ 18.962,96	\$ 20.272,35	\$ 103.604,81
BONO ALIMENTACION	\$ 137,40	\$ 146,89	\$ 157,03	\$ 167,87	\$ 179,46	\$ 191,86	\$ 980,51
APORTE PATRONAL IESS 12.15%	\$ 9.709,67	\$ 10.380,12	\$ 11.096,87	\$ 11.863,11	\$ 12.682,26	\$ 13.557,98	\$ 69.290,02
DECIMO TERCER SUELDO	\$ 7.251,29	\$ 7.751,99	\$ 8.287,27	\$ 8.859,51	\$ 9.471,26	\$ 10.125,25	\$ 51.746,57
DECIMO CUARTO SUELDO	\$ 4.300,30	\$ 4.597,23	\$ 4.914,67	\$ 5.254,03	\$ 5.616,82	\$ 6.004,67	\$ 30.687,73
BONIFICACION DESAHUCIO	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
VACACIONES	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
MANTENIMIENTO EXTINTORES	\$ 105,66	\$ 222,76	\$ 230,34	\$ 238,45	\$ 247,11	\$ 256,38	\$ 1.300,70
MANTENIMIENTO VEHICULOS	\$ 4.348,09	\$ 4.648,33	\$ 4.969,30	\$ 5.312,43	\$ 5.679,25	\$ 6.071,40	\$ 31.028,79
REPUESTOS VEHICULOS	\$ 3.533,98	\$ 3.778,00	\$ 4.038,87	\$ 4.317,75	\$ 4.615,89	\$ 4.934,62	\$ 25.219,11
LUBRICANTES Y ACEITES	\$ 127,90	\$ 136,73	\$ 146,17	\$ 156,26	\$ 167,05	\$ 178,59	\$ 912,70
PEAJES	\$ 221,50	\$ 236,80	\$ 253,15	\$ 270,63	\$ 289,32	\$ 309,29	\$ 1.580,70
COPIAS	\$ 54,94	\$ 58,73	\$ 62,79	\$ 67,12	\$ 71,76	\$ 76,71	\$ 392,05
ENCOMIENDA	\$ 290,02	\$ 310,04	\$ 331,45	\$ 354,34	\$ 378,80	\$ 404,96	\$ 2.069,61
SERVICIO DE TRANSPORTE	\$ 71.464,78	\$ 76.399,43	\$ 81.674,83	\$ 87.314,49	\$ 93.343,58	\$ 99.788,97	\$ 509.986,09
SEGUROS	\$ 2.292,71	\$ 2.451,02	\$ 2.620,26	\$ 2.801,19	\$ 2.994,61	\$ 3.201,39	\$ 16.361,18
MANTENIMIENTO SURTIDORES	\$ 771,78	\$ 825,07	\$ 882,04	\$ 942,94	\$ 1.008,05	\$ 1.077,66	\$ 5.507,54
REPUESTOS SURTIDORES	\$ 2.833,19	\$ 3.028,82	\$ 3.237,96	\$ 3.461,54	\$ 3.700,56	\$ 3.956,08	\$ 20.218,14
SUMINISTROS DE ASEO	\$ 2.486,25	\$ 2.657,93	\$ 2.841,46	\$ 3.037,66	\$ 3.247,41	\$ 3.471,65	\$ 17.742,36
CONTRIBUCIONES PATENTE	\$ 2.952,67	\$ 3.156,56	\$ 3.374,52	\$ 3.607,53	\$ 3.856,63	\$ 4.122,93	\$ 21.070,83
IMPUESTO PREDIAL	\$ 761,89	\$ 814,50	\$ 870,74	\$ 930,87	\$ 995,14	\$ 1.063,86	\$ 5.437,00
MATRICULA	\$ 867,71	\$ 927,62	\$ 991,67	\$ 1.060,15	\$ 1.133,35	\$ 1.211,61	\$ 6.192,11
CONTRIBUCIONES	\$ 7.988,22	\$ 8.539,81	\$ 9.129,49	\$ 9.759,88	\$ 10.433,80	\$ 11.154,26	\$ 57.005,45
SUMINISTROS DE OFICINA	\$ 3.205,07	\$ 3.426,38	\$ 3.662,97	\$ 3.915,90	\$ 4.186,30	\$ 4.475,36	\$ 22.871,99
HONORARIOS	\$ 9.479,07	\$ 10.133,60	\$ 10.833,32	\$ 11.581,37	\$ 12.381,06	\$ 13.235,98	\$ 67.644,40
SERVICIOS PRESTADOS	\$ 42.254,75	\$ 56.007,45	\$ 56.755,61	\$ 57.555,43	\$ 58.410,47	\$ 59.324,56	\$ 330.308,27
SERVICIOS DE INSPECCION Y CALIBRACION	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
ARRIENDO GASOLINERA	\$ 34.807,81	\$ 37.211,30	\$ 39.780,74	\$ 42.527,61	\$ 45.464,15	\$ 48.603,46	\$ 248.395,08
SUMINISTROS Y MATERIALES	\$ 616,10	\$ 931,54	\$ 950,39	\$ 970,53	\$ 992,07	\$ 1.015,09	\$ 5.475,73
OTROS BIENES	\$ 13.302,43	\$ 14.220,97	\$ 15.202,93	\$ 16.252,70	\$ 17.374,95	\$ 18.574,69	\$ 94.928,67
CONSUMO CELULAR	\$ 1.700,98	\$ 1.818,43	\$ 1.943,99	\$ 2.078,23	\$ 2.221,73	\$ 2.375,14	\$ 12.138,50
LIMPIEZA DE TANQUES	\$ 378,89	\$ 405,05	\$ 433,02	\$ 462,92	\$ 494,88	\$ 529,06	\$ 2.703,82
COMBUSTIBLE	\$ 16.994,48	\$ 18.167,96	\$ 19.422,46	\$ 20.763,58	\$ 22.197,31	\$ 23.730,04	\$ 121.275,84
LUZ ELECTRICA INCLUIDO AHORRO POR PS	\$ 2.975,75	\$ 1.125,19	\$ 983,22	\$ 831,45	\$ 669,20	\$ 495,74	\$ 7.080,56
AGUA POTABLE	\$ 316,73	\$ 338,60	\$ 361,98	\$ 386,97	\$ 413,69	\$ 442,26	\$ 2.260,22
INTERNET	\$ 1.167,48	\$ 1.248,09	\$ 1.334,27	\$ 1.426,40	\$ 1.524,90	\$ 1.630,19	\$ 8.331,34
CONSUMO TELEFONICO	\$ 297,06	\$ 317,57	\$ 339,50	\$ 362,94	\$ 388,00	\$ 414,79	\$ 2.119,86
GASTOS DE GESTION	\$ 5.371,76	\$ 5.742,68	\$ 6.139,22	\$ 6.563,13	\$ 7.016,32	\$ 7.500,79	\$ 38.333,90
GASTO DE VIAJES	\$ 2.036,35	\$ 2.176,96	\$ 2.327,28	\$ 2.487,98	\$ 2.659,77	\$ 2.843,43	\$ 14.531,77
GASTOS BANCARIOS	\$ 5.871,22	\$ 6.276,63	\$ 6.710,04	\$ 7.173,37	\$ 7.668,69	\$ 8.198,21	\$ 41.898,16
GASTOS NOTARIALES	\$ 1.575,92	\$ 1.684,73	\$ 1.801,06	\$ 1.925,43	\$ 2.058,38	\$ 2.200,51	\$ 11.246,03
GASTO IVA	\$ 18.004,36	\$ 19.247,56	\$ 20.576,61	\$ 21.997,43	\$ 23.516,36	\$ 25.140,16	\$ 128.482,47
ROBO O PERDIDA	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
INTERESES BANCARIOS	\$ 2.446,23	\$ 2.615,14	\$ 2.795,72	\$ 2.988,77	\$ 3.195,14	\$ 3.415,77	\$ 17.456,77
PROVISION JUBILACION PATRONAL	\$ 3.462,92	\$ 3.702,03	\$ 3.957,66	\$ 4.230,94	\$ 4.523,09	\$ 4.835,40	\$ 24.712,04
DEPRECIACION ACTIVOS FIJOS	\$ 12.211,86	\$ 21.652,09	\$ 22.245,71	\$ 22.880,33	\$ 23.558,76	\$ 24.284,04	\$ 126.832,80
NO DEDUCIBLES	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
TOTAL EGRESOS	\$ 413.550,58	\$ 459.865,00	\$ 487.325,21	\$ 516.681,55	\$ 548.064,95	\$ 581.615,38	\$ 3.007.102,66
UTILIDAD O PERDIDA	\$ 104.669,90	\$ 202.483,70	\$ 284.759,73	\$ 378.129,86	\$ 483.816,21	\$ 603.163,64	\$ 2.057.023,04
15% Trabajadores	\$ 15.700,49	\$ 30.372,56	\$ 42.713,96	\$ 56.719,48	\$ 72.572,43	\$ 90.474,55	\$ 308.553,46
Impuestos (25%)	\$ 26.167,48	\$ 50.620,93	\$ 71.189,93	\$ 94.532,46	\$ 120.954,05	\$ 150.790,91	\$ 514.255,76
UTILIDAD NETA	\$ 62.801,94	\$ 121.490,22	\$ 170.855,84	\$ 226.877,91	\$ 290.289,73	\$ 361.898,18	\$ 1.234.213,82
FEO	\$ 78.476,72	\$ 146.844,35	\$ 197.059,21	\$ 253.989,18	\$ 318.371,58	\$ 391.017,63	