



UNIVERSIDAD ESAN

FACULTAD DE INGENIERÍA

Ingeniería de Sistemas

Ingeniería Industrial y Comercial

Ingeniería de Tecnología de Información y Sistemas

**Implementación de un Modelo de Eficiencia Energética en un Centro de Datos  
bajo un Enfoque Integrado de Gestión de Proyectos**

Trabajo de Suficiencia Profesional

Para obtener el título profesional de Ingeniero(a) Industrial y Comercial

Para obtener el título profesional de Ingeniero de Tecnología de Información y Sistemas

Para obtener el título profesional de Ingeniero de Sistemas

**AUTORES:**

Angulo Mogollon, Leonardo Martin

Azabache Liñan, Ninibeth Alisson Carolina

Melendez Llana, Juan Carlos

Zamudio Mendoza, Abraham Salomon

**Asesor:**

Fidel Edgard Amesquita Cubillas

Noviembre 2024

---

INFORME DE ORIGINALIDAD

---

12%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

FUENTES PRIMARIAS

---

1

[repositorioacademico.upc.edu.pe](https://repositorioacademico.upc.edu.pe)

Fuente de Internet

3%

2

[repositorio.uss.edu.pe](https://repositorio.uss.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

3

[www.dominiodelasciencias.com](http://www.dominiodelasciencias.com)

Fuente de Internet

2%

4

[docplayer.es](http://docplayer.es)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.tec.mx](https://repositorio.tec.mx)

Fuente de Internet

1%

6

[repositorio.esan.edu.pe](https://repositorio.esan.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

7

[c2e2.unepdtu.org](http://c2e2.unepdtu.org)

Fuente de Internet

1%

8

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

1%

9

[es.wikipedia.org](https://es.wikipedia.org)

Fuente de Internet

1%

---

## INDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Descripción de la Realidad Problemática .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Justificación de la Investigación .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.1 Teórica.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2 Práctica.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.3 Metodológica.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3 Delimitación de la Investigación .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3.1. Delimitación Espacial.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3.2. Delimitación Temporal .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3.3. Delimitación Conceptual.....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Antecedentes de la investigación .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.1 Tesis Relacionadas .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.1.1. Tesis 1: Gestión de Proyectos Aplicando el PMBOK para mejorar la                     productividad en la empresa electricidad &amp; tecnología SAC –                     Chiclayo 2018 .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.1.2. Tesis 2: Optimización Energética en Datacenters: Método y                     Aplicación .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.2 Artículos Relacionados .....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.2.1. Artículo 1: Aplicación de estándar del PMBOOK para determinar la                     factibilidad económica en un proyecto de tecnología termosolar.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.2.2. Artículo 2: Aplicación de la guía PMBOK 6ta edición para la gestión                     de proyectos de sistemas de energía fotovoltaica, conectado a la red                     pública de servicio eléctrico. Caso: Granja avícola de la Provincia de                     El Oro, Ecuador .....</b>	<b>35</b>
<b>2.2 Bases Teóricas .....</b>	<b>38</b>
<b>2.2.1 PMBOK.....</b>	<b>38</b>
<b>2.2.2 ISO 50001 .....</b>	<b>42</b>
<b>2.2.3 Eficiencia Energética en Centro de Datos.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO III: ENTORNO EMPRESARIAL .....</b>	<b>50</b>
<b>3.1 Descripción de la Empresa .....</b>	<b>50</b>

3.1.1 Reseña histórica y actividad económica .....	50
3.1.2 Descripción de la organización.....	53
3.1.2.1 Organigrama .....	53
3.1.2.2 Cadena de Suministro.....	54
3.1.3 Datos generales estratégicos de la empresa.....	54
3.1.3.1 Visión, misión y valores o principios .....	54
3.1.3.2 Objetivos estratégicos .....	54
3.1.3.3 Evaluación interna y externa. FODA cuantitativo.....	55
3.2 Modelo de negocio actual (CANVAS) .....	58
3.3 Mapa del Proceso Actual.....	59
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>59</b>
4.1 Diseño de la Investigación .....	59
4.1.1 Tipo de diseño de investigación .....	59
4.1.2 Grado de abstracción.....	60
4.1.3 Naturaleza.....	60
4.2 Metodología de implementación de la solución.....	61
4.2.1. Análisis .....	61
4.2.2. Diseño e Ingeniería .....	62
4.2.3. Gestión de Proyecto.....	62
4.2.4. Implementación .....	62
4.2.5. Monitorización.....	63
4.2.6. Cierre.....	63
4.3 Metodología para la medición de resultados de la implementación .....	63
4.3.1. Indicador de Eficiencia Energética (IEE) .....	64
4.3.2. Consumo Energético Específico (CEE) .....	64
4.3.3. Ahorro Energético (AE) .....	65
4.3.4. Reducción de Emisiones de CO2.....	65
4.3.5. Retorno de Inversión Energética (RIE) .....	65
4.3.6. Tiempo de Recuperación de la Inversión (TRI) .....	66
4.4 Cronograma de actividades y presupuesto.....	66
4.4.1. Cronograma de actividades.....	66
4.4.2. Presupuesto .....	67
<b>CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN .....</b>	<b>68</b>
5.1 Propuesta solución .....	68
5.1.1 Planeamiento y descripción de Actividades .....	69

<b>5.1.2 Desarrollo de actividades. Aplicación de herramientas de solución.....</b>	<b>73</b>
<b>5.2 Medición de la solución .....</b>	<b>76</b>
<b>5.2.1 Análisis de Indicadores cuantitativo y/o cualitativo .....</b>	<b>76</b>
<b>5.2.2 Simulación de solución. Aplicación de Software .....</b>	<b>76</b>
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>83</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>87</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Prototipo de Modelo de Climatización .....	16
<b>Figura 2.</b> Diagrama de la planificación del proyecto de la empresa electricidad & tecnología SAC – Chiclayo .....	20
<b>Figura 3.</b> Project Charter del proyecto Sistema de Utilización en Media Tensión 22.9kv .....	21
<b>Figura 4.</b> EDT del proyecto de la empresa electricidad & tecnología SAC – Chiclayo	22
<b>Figura 5.</b> Cronograma del proyecto de la empresa electricidad & tecnología SAC – Chiclayo.....	23
<b>Figura 6.</b> Diseño alternativo para enfriamiento de datacenters, mediante el sistema DataCool.....	28
<b>Figura 7.</b> Intercambio de Calor en el Datacenter Prototipo.....	28
<b>Figura 8.</b> Propuesta de implementación de Datacenter inteligente .....	29
<b>Figura 9.</b> Esquema de Consolidación de Servidores .....	30
<b>Figura 10.</b> Datos de la captura del cálculo del ROI de virtualización .....	31
<b>Figura 11.</b> WBS o EDT del proyecto de la Aplicación de Factibilidad Económica en un Proyecto de Tecnología Termosolar.....	32
<b>Figura 12.</b> Herramientas para gestionar el proyecto de sistema de energía fotovoltaica, conectado a la red pública de servicio eléctrico .....	37
<b>Figura 13.</b> Grupos de Procesos en las fases de Proyecto.....	39
<b>Figura 14.</b> Interacciones entre Procesos de la Dirección de Proyectos .....	40
<b>Figura 15.</b> Límites del Proyecto .....	41
<b>Figura 16.</b> Ciclo de Deming ISO 50001 .....	43
<b>Figura 17.</b> Modelo de sistema de gestión de la energía para esta Norma Internacional	44
<b>Figura 18.</b> Preguntas para la planificación energética en una organización.....	45
<b>Figura 19.</b> Diagrama Proceso de Certificación ISO 50001 .....	46
<b>Figura 20.</b> Diseño referencial de un centro de datos .....	47
<b>Figura 21.</b> Composición de la demanda de energía en un Centro de Datos .....	48
<b>Figura 22.</b> Arquitectura típica de un centro de datos refrigerado por un enfriador de agua.....	49
<b>Figura 23.</b> Principales Clientes de la Empresa SERVIMEC .....	52
<b>Figura 24.</b> Organigrama de la Empresa Servimec.....	53
<b>Figura 25.</b> Funcionamiento del Área de Recursos Humanos Empresa Servimec .....	53
<b>Figura 26.</b> Matriz EFI empresa SERVIMEC .....	55
<b>Figura 27.</b> Matriz EFE empresa SERVIMEC .....	56
<b>Figura 28.</b> FODA empresa SERVIMEC .....	57
<b>Figura 29.</b> Matriz IE Empresa SERVIMEC .....	57
<b>Figura 30.</b> Modelo Canvas de la Empresa SERVIMEC .....	58
<b>Figura 31.</b> Mapa del Proceso de la Empresa SERVIMEC .....	59
<b>Figura 32.</b> Cronograma de Actividades implementación Proyecto SERVIMEC .....	66
<b>Figura 33.</b> Presupuesto Estimado del Proyecto SERVIMEC.....	67
<b>Figura 34.</b> Desenvolvimiento del Piloto desarrollado en el 2022 .....	68
<b>Figura 35.</b> Diagrama Ishikawa del Proyecto SERVIMEC SAC .....	70

<b>Figura 36.</b> Flujograma del Proyecto SERVIMEC SAC .....	72
<b>Figura 37.</b> Descripción de las Actividades del Proyecto SERVIMEC SAC.....	73
<b>Figura 38.</b> EDT del Proyecto SERVIMEC SAC.....	74
<b>Figura 39.</b> Network Chart View del Proyecto SERVIMEC SAC.....	75
<b>Figura 40.</b> CAPEX del Proyecto SERVIMEC SAC .....	76
<b>Figura 41.</b> Resumen CAPEX del Proyecto SERVIMEC SAC .....	77
<b>Figura 42.</b> Resumen OPEX del Proyecto SERVIMEC SAC .....	77
<b>Figura 43.</b> Resumen OPEX del Proyecto SERVIMEC SAC .....	78
<b>Figura 44.</b> Demanda por Año de la Fábrica 1 del Proyecto SERVIMEC SAC .....	79
<b>Figura 45.</b> Análisis de la Demanda de la Fábrica 1 Proyecto SERVIMEC SAC.....	80
<b>Figura 46.</b> Demanda por Año de la Fábrica 2 del Proyecto SERVIMEC SAC .....	80
<b>Figura 47.</b> Análisis de la Demanda de la Fábrica 2 Proyecto SERVIMEC SAC.....	81
<b>Figura 48.</b> Comportamiento de la Demanda de la Fábrica 2 Proyecto SERVIMEC SAC .....	81
<b>Figura 49.</b> Resultados del Análisis VAN del Proyecto SERVIMEC SAC .....	82

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Indicadores de Gestión de Valor Ganado - Después de la Propuesta del proyecto de la empresa electricidad & tecnología SAC – Chiclayo.....	24
<b>Tabla 2.</b> Métodos Disponibles para Reducir Energía .....	26
<b>Tabla 3.</b> Estructura de desglose de recursos o RBS.....	33
<b>Tabla 4.</b> Costo Promedio Ponderado de Capital .....	34
<b>Tabla 5.</b> Flujo de Efectivo Esperado.....	34
<b>Tabla 6.</b> Resultado de Indicadores .....	35
<b>Tabla 7.</b> Principales Objetivos de la Norma ISO 50001 .....	42
<b>Tabla 10.</b> Tipo de Servicios Servimec INGS .....	50
<b>Tabla 11.</b> Objetivos Estratégicos de la Empresa Servimec .....	54

## RESUMEN

Este proyecto de investigación tiene como propósito impulsar la máxima eficiencia, el ahorro energético y la disminución de huella de carbono en la infraestructura perteneciente al centro de datos de la empresa peruana Servimec. Esta solución propone el ahorro de consumo energético del centro de datos, partiendo de la idea que el 60% del consumo energético de un Centro de Procesamiento de Datos (CPD) corresponde al sistema de climatización de equipos. Se pretende realizar un estudio de ingeniería en donde se implemente la solución que permita el ahorro de energía por medio de un nuevo equipamiento de climatización. La gestión del proyecto se realizará siguiendo buenas prácticas PMBOK, un estándar reconocido en la gestión de proyectos. Además, se considerarán los requisitos establecidos en la norma ISO 50001, que tiene como objetivo mejorar el procedimiento de la eficiencia de la energía en una organización. De esta manera, se garantizará que el proyecto se ejecute de manera efectiva y que los resultados sean medibles y sostenibles en el tiempo.

Palabras Claves: PMBOK, eficiencia energética, ISO 50001

## **ABSTRACT**

This research project aims to promote maximum efficiency, energy savings and a reduction in the carbon footprint of the infrastructure belonging to the data center of the Peruvian company Servimec. This solution proposes energy consumption savings in the data center, based on the idea that 60% of the energy consumption of a Data Processing Center (CPD) corresponds to the equipment's air conditioning system. The aim is to carry out an engineering study in which the solution that allows energy savings through new air conditioning equipment is implemented. The project management will be carried out following PMBOK good practices, a recognized standard in project management. In addition, the requirements established in the ISO 50001 standard will be considered, which aims to improve the energy efficiency procedure in an organization. In this way, it will be guaranteed that the project is executed effectively and that the results are measurable and sustainable over time.

Key words: PMBOK, energy efficiency, ISO 50001.

## INTRODUCCIÓN

La progresiva necesidad de servicios digitales está marcando la pauta coyuntural en diversos ámbitos y sectores de negocio, ofreciendo un factor potencial para desarrollar la condición de vida de las personas en diversos sectores comerciales, ofreciéndoles mayores beneficios gracias a la implementación de nuevas tecnologías, que son soportadas por centros de datos ubicados alrededor del mundo (UNDP. 2024). Actualmente, los centros de datos representan aproximadamente el 1% de la demanda mundial de electricidad, y este porcentaje sigue creciendo debido al auge del comercio electrónico, *cloud computing* y el IoT (Datacenterdynamics, 2024). Este crecimiento plantea desafíos críticos desde el enfoque económico y ambiental. Históricamente, el sector tecnológico ha priorizado la expansión y el rendimiento sobre la sostenibilidad, pero la falta de infraestructura adecuada y de tecnologías agrava este problema, puesto que diversos centros de datos aún mantienen utilizando sistemas obsoletos, que no optimizan adecuadamente el consumo de la energía eléctrica. En la actual era digital, los centros de datos son considerados piezas fundamentales de la infraestructura para el funcionamiento de diversas industrias. Sin embargo, su alto consumo energético genera elevados costos operativos y un impacto ambiental significativo.

Por ese motivo, el desarrollo de la presente investigación presenta la implementación de un modelo de servicio de eficiencia energética en un centro de datos, alineado con las soluciones ofrecidas por empresas reconocidas del sector bajo el enfoque PMBOK, donde el objetivo será reducir el consumo energético, mejorar la sostenibilidad operativa y disminuir las emisiones de carbono. La implementación de este modelo no solo busca optimizar el uso energético, sino también contribuir a la competitividad del sector tecnológico peruano en un contexto global donde la sostenibilidad se ha convertido en un factor indispensable. Esta investigación proporcionará un marco técnico y metodológico que puede ser replicado en otros contextos y sectores. También, se propone explorar un enfoque sistemático, basado en la eficiencia energética en donde se puede transformar los centros de datos en Perú, promoviendo prácticas corporativas sostenibles que beneficien a las empresas y al medio ambiente. El desarrollo de la presente investigación se encuentra estructurada en seis capítulos. El primer capítulo, se presenta el planteamiento del problema en el cual se realiza el detalle de la realidad problemática desde una perspectiva general. En el capítulo II se realiza la descripción de la justificación teórica, práctica, metodológica, y la delimitación de la investigación. En el capítulo III se realiza la descripción del entorno. En el capítulo IV, se detalla la metodología de la

investigación y se hace uso del enfoque del PMI, la cual bajo esta metodología permite seguir de manera adecuada administración de proyectos, así como determina los lineamientos para la etapa siguiente, asimismo, se detalla el enfoque y el alcance de la investigación.

En el capítulo V se realiza la presentación del desarrollo de la solución, en donde se presentan el planteamiento, la descripción de las actividades y la utilización de la herramienta solución, así como la medición, utilizando análisis de indicadores cuantitativo y/o cualitativo. Por último, en el capítulo VI, se puntualiza las conclusiones que se obtuvieron a partir de los resultados obtenidos de la presente investigación, asimismo se realiza una serie de recomendaciones que podrían ser consideradas para posteriores investigaciones.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la Realidad Problemática

Actualmente, la eficiencia energética es considerada una de las prioridades más resaltantes por parte de las entidades gubernamentales de todo el orbe (BVVA, 2024). Las fuentes energéticas tradicionales tienen un carácter limitado y generan una dependencia del mercado exterior, teniendo consigo un impacto notable en el medioambiente y en el ecosistema. Las organizaciones empresariales y las diversas entidades de administración pública están poniendo en marcha medidas e iniciativas para confiar en las energías que se derivan de fuentes renovables, las cuales contribuyen en el ahorro de energía eléctrica. En el continente europeo la demanda de datos crece, puesto que cada dos años se duplica, por este motivo, las empresas están realizando ampliaciones en los centros de datos y a la vez mejorar los procesos de ahorro de costos de energía. El aumento de las cargas de trabajo de las instalaciones de las tecnologías de la información y las densidades de servidores reta a los negocios a disminuir el consumo de energía y administrar la utilización de la capacidad para aumentar su eficiencia en los centros de datos. Esta capacidad más densa, propone a las empresas a implementar un diseño más estandarizado y modular, para construir o mejorar sus centros de datos. Los principales contribuyentes del consumo de electricidad de los centros de datos provienen de los sistemas de energía y enfriamiento, servidores e instalaciones y otros equipos que soportan las cargas de TI y la operación de los centros de datos. Según informes recientes, los costos asociados con la refrigeración de los centros de datos constituyen, en promedio, aproximadamente el 30% del total de los gastos energéticos. Esta proporción genera, como consecuencia, pérdidas económicas significativas, especialmente en lo que respecta a la eficiencia en la distribución de energía por parte de las empresas (Deltapowersolutions, 2024).

Actualmente, la ciudad de Lima presenta una restringida capacidad en las operaciones en los centros de datos, problema que se observa en sus operaciones realizadas diariamente (Milla, 2024). Si bien existe nuevos proyectos realizados por corporaciones peruanas como Cirion y Odata, el despliegue de dicha infraestructura no avanzaría al mismo ritmo a comparación de otros países del continente americano. La corporación Cirion Technologies aseguró que se encuentra ampliando sus operaciones en el continente americano, concretamente en los proyectos realizados en los países de Chile, Brasil y Perú. En el

presente año del 2024, la organización en mención construiría dos nuevos centros de datos para satisfacer las demandas de los proveedores de servicios cloud de hiperescala, operadores, proveedores de contenidos y empresas que necesitan una infraestructura escalable. Los centros de datos en Perú y a nivel mundial enfrentan desafíos significativos relacionados con el consumo energético.

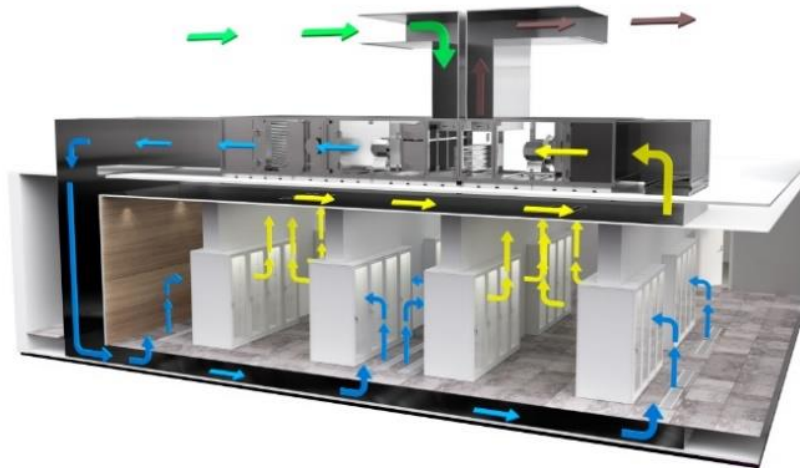
Los centros de datos, tanto en Perú como a nivel global, enfrentan retos considerables en términos de consumo energético, un factor crucial para la sostenibilidad operativa y económica del sector. Según un estudio de Lorenzo (2022), aproximadamente el 60 % del consumo energía de un centro de datos se destina exclusivamente a la climatización de equipos, como servidores, sistemas de telecomunicaciones y otros componentes. Este porcentaje representa un desafío significativo en cuanto a eficiencia energética, ya que los gastos asociados con la refrigeración de equipos críticos superan ampliamente a los destinados a la operación de los sistemas informáticos. A comparación, los centros de datos con un consumo energético más equilibrado destinan solo alrededor del 30 % de su energía a la refrigeración. Este alto consumo no solo incrementa los costos operativos, sino que también contribuye a las emisiones de carbono, afectando negativamente al medio ambiente. La eficiencia energética en los centros de datos es un factor crítico, donde la demanda de servicios digitales crece exponencialmente y, con ella, el consumo energético asociado. Según estimaciones de la Agencia Internacional de Energía, los centros de datos representan aproximadamente el 1% del consumo eléctrico mundial, y se prevé que esta cifra aumente a un 20% para 2025 si no se implementan medidas efectivas de gestión energética (Agencia Internacional de Energía, 2024). Este crecimiento plantea desafíos significativos económicos y ambientales.

El problema central radica en la ineficiencia energética que caracteriza a muchos centros de datos. A menudo, estos espacios operan con un Índice de Efectividad del Uso de la Energía (PUE) promedio que ronda 1.58, lo que indica que solo alrededor del 63% de la energía consumida se destina a las operaciones informáticas efectivas, mientras que el resto se pierde en sistemas de refrigeración, iluminación y otros componentes no relacionados (Lawrence, 2020). Un PUE ideal sería 1.0, lo que es prácticamente inalcanzable en condiciones reales, pero el objetivo debe ser acercarse a este valor mediante la optimización. Con el aumento de los precios de la energía debido a crisis geopolíticas y cambios en el mercado energético global, las empresas enfrentan no solo un aumento en sus costos

operativos sino también presiones para reducir su huella de carbono. La eficiencia energética ya no es solo una cuestión de reducción de costos; es una necesidad estratégica para la sostenibilidad empresarial y el cumplimiento normativo. Además, la creciente presión social por parte de consumidores y reguladores para adoptar prácticas más sostenibles añade otra capa de urgencia a esta problemática. Históricamente, los centros de datos han sido diseñados principalmente para maximizar la capacidad y el rendimiento computacional sin considerar adecuadamente su impacto ambiental. Sin embargo, la creciente conciencia sobre el cambio climático y las regulaciones ambientales han llevado a una reevaluación de estas prácticas. La implementación de tecnologías como soluciones DCIM (Gestión de Infraestructura del Centro de Datos) permite un monitoreo más efectivo del consumo energético y ayuda a identificar ineficiencias. Sin embargo, muchas instalaciones aún carecen de estas herramientas avanzadas. La complejidad del problema radica en múltiples factores interrelacionados: la necesidad de mantener condiciones óptimas para equipos sensibles genera un alto consumo energético por sistemas HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado), que puede representar hasta el 50% del total. Además, hay un desafío inherente en equilibrar la demanda energética con las capacidades de infraestructura existente y las expectativas regulatorias. La falta de formación adecuada en sostenibilidad entre los profesionales del sector también contribuye a esta ineficiencia.

El objetivo del proyecto es promover el ahorro energético, maximizar la eficiencia operativa y reducir la huella de carbono en la infraestructura crítica del centro de datos de la empresa analizada. La solución consiste en ofrecer una propuesta de ahorro de consumo energético en centros de datos, partiendo de la idea que el 60% del consumo energético de un CPD corresponde al sistema de climatización de equipos de telecomunicaciones, servidores, bastidores, etc. Se propone realizar un estudio de ingeniería en los centros de datos nivel nacional comprometiendo que la solución permita ahorrar kWh a través de nuevo equipamiento de climatización, rediseño de sus salas, apagado de equipos, correcciones de distribución de aire, y evaluando la influencia de los equipos de climatización en cada sala, entre otros. Los activos serán alquilados durante 10 años y la ganancia recibida será equivalente a el ahorro logrado multiplicado por a una tarifa acordada, siendo esta menor que la que se paga actualmente. Así mismo, se propone gestionar y monitorizar las unidades de climatización permitiendo el correcto funcionamiento del centro de datos. La inversión por parte del cliente es nula y el proyecto

del tipo llave en mano. El modelo que se propone implementar, anteriormente, fue puesto a prueba en una central piloto y los resultados han sido exitosos, logrando reducir el consumo en 207,911.0 kWh, anualizando este consumo, sería equivalente al consumo anual energético de unas 700 personas.



**Figura 1.** Prototipo de Modelo de Climatización  
Fuente: (Propia, 2024)

Para ello, se propone realizar un estudio de ingeniería, comprometiendo que la solución permita ahorrar kWh a través de nuevo equipamiento de climatización, rediseño de sus salas, apagado de equipos, correcciones de distribución de aire, y evaluando la influencia de los equipos de climatización en cada sala, entre otros. Los activos serán alquilados por la empresa en estudio durante 10 años y la ganancia recibida será equivalente al ahorro logrado multiplicado por a una tarifa acordada, siendo esta menor que la que se paga actualmente. Así mismo, se propone gestionar y monitorizar las unidades de climatización permitiendo el correcto funcionamiento del centro de datos. La inversión por parte del cliente es nula y el proyecto del tipo llave en mano. La presente investigación plantea evaluar, por medio de los principios del PMBOK, la administración del proyecto en todas sus etapas, desde su concepción hasta su finalización.

## 1.2 Justificación de la Investigación

### 1.2.1 Teórica

La investigación es desarrollada con la finalidad de realizar una contribución al conocimiento existente sobre la implementación de un Modelo de Servicio de Eficiencia Energética en un Centro de Datos, utilizando el marco de PMBOK como instrumento

guía que servirá para el desarrollo de la presente investigación. Los resultados obtenidos en la presente investigación podrían sistematizar una propuesta, para que posteriormente, sea incorporado como conocimiento a la administración de proyectos bajo el enfoque del PMBOK y al ISO 50001, puesto que se estaría demostrando que la aplicación de estas disciplinas en la administración de proyectos de eficiencia energética es óptimos y eficientes, en donde los se verán reflejados los resultados al momento de la implementación del modelo.

### **1.2.2 Práctica**

Con el desarrollo de este trabajo se contará con un precedente en la administración del presente proyecto bajo el enfoque del PMBOK al momento de implementar un Modelo de Servicio de Eficiencia Energética en un Centro de Datos.

### **1.2.3 Metodológica**

La administración de proyectos bajo el enfoque del PMBOK y al ISO 50001, contribuiría con una guía para implementar un Modelo de Servicio de Eficiencia Energética en un Centro de Datos dentro del territorio peruano.

## **1.3 Delimitación de la Investigación**

### **1.3.1. Delimitación Espacial**

La delimitación espacial de la presente investigación consistirá en desarrollar la implementación de un Modelo de Servicio de Eficiencia Energética en un Centro de Datos para una organización ubicada en el territorio peruano.

### **1.3.2. Delimitación Temporal**

La presente investigación y el desarrollo de la administración del proyecto de la implementación de un Modelo de Servicio de Eficiencia Energética en un Centro de Datos bajo el enfoque PMBOK, será desarrollada durante el presente año.

### **1.3.3. Delimitación Conceptual**

Esta investigación considerará el desarrollo de la administración del proyecto de la implementación de un Modelo de Servicio de Eficiencia Energética en un Centro de Datos. Para tal fin, será sumamente necesario realizar una investigación con conceptos y herramientas asociados a la administración de proyectos bajo la metodología del PMBOK, los cuales pueden resultar de mucha utilidad en el tipo de investigación el cual concierne el presente trabajo.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

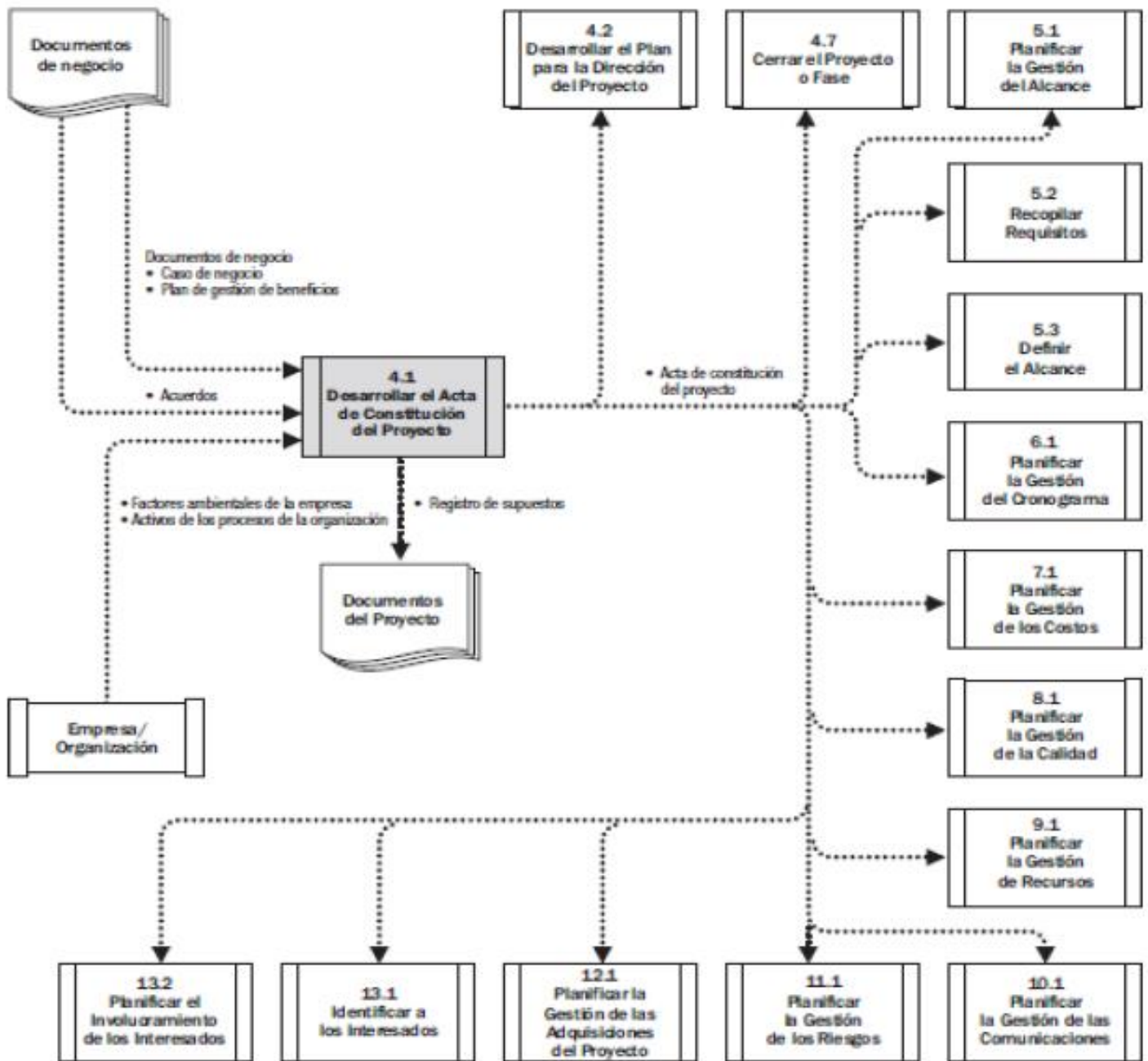
### **2.1 Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1 Tesis Relacionadas**

##### **2.1.1.1. Tesis 1: Gestión de Proyectos Aplicando el PMBOK para mejorar la productividad en la empresa electricidad & tecnología SAC – Chiclayo 2018 (Diaz, 2019)**

La presente tesis presenta como propuesta brindar una solución a una resaltante disminución en la productividad dentro la organización llamada Electricidad y Tecnología SA, la cual se debía a la ineficiente administración o gestión del proyecto (Diaz, 2019). Los analistas, por medio de la observación, pudieron determinar que cuando se presentaba la cotización realizada por el cliente, no se realizaba un presupuesto base adecuado, factor necesario para el control de costos. Por otro lado, cuando se iniciaba la fase de planificación, no contaban con un cronograma de trabajo ni con un control pertinente. Las malas prácticas en la planeación traían como consecuencia la pérdida de materiales, descoordinación en la mano de obra, maquinaria sin mantenimiento preventivo, herramientas sin calibrar, costos no previstos, entre otros factores. Para darle solución a los inconvenientes detallados, los autores presentaron los siguientes objetivos de investigación: Aplicar una adecuada gestión de proyectos basándose en el PMBOOK, para el desarrollo del proyecto “Sistema de utilización para el mejoramiento del colegio Militar Elías Aguirre”, realizar una comparación del antes y después de la propuesta en cuanto al cronograma, costos y calidad y acrecentar el rendimiento de la institución.

Por lo que respecta al desarrollo de la propuesta, se inició construyendo el acta de constitución, en donde se contempla la especificación del proyecto, los objetivos, el propósito y la justificación cualitativa y cuantitativa de la investigación. De la misma forma, se detalló los acontecimientos significativos del proyecto como las juntas de coordinación, cortes de energía, montaje de equipo y otros factores considerados por el gestor del proyecto y la parte interesada. También, los autores del proyecto realizaron la identificación de los factores internos y externos que intervienen en el proyecto, en donde evaluaron las amenazas y oportunidades. Por último, se consideró al patrocinador del proyecto, actor encargado de la autorización del inicio del proyecto, el cual también se encarga de supervisar las actividades del proyecto y trabajar juntamente con el administrador del proyecto. Por otro lado, los autores también desarrollaron el diagrama de la ruta del acta de constitución del proyecto de la empresa electricidad & tecnología el cual se detalla en la figura número 2, para, posteriormente, construir el *Project Charter* del proyecto de la empresa electricidad & tecnología SAC – Chiclayo, detallando las especificaciones del proyecto en donde se resalta el nombre del proyecto, el alcance del proyecto, la especificación del producto y los objetivos del proyecto.



**Figura 2.**Diagrama de la planificación del proyecto de la empresa electricidad & tecnología SAC – Chiclayo

Fuente: (Díaz, 2019)

PROJECT CHARTER		
Nombre del Proyecto	Siglas del Proyecto	
Sistema de Utilización en Media Tensión 22.9kv. Trifásico. Mejoramiento Servicio Educativo Colegio Militar Elías Aguirre	17SUMT_01	
Necesidad del proyecto		
Caso de Negocio: Debido a la solicitud del cliente ICM Constructora mediante una cotización para el servicio mencionado		
Alcance del Proyecto		
Gestión de Proyectos		
Ingeniería y Diseño. Elaboración de expediente de seguridad e ingeniería de detalle		
Procura		
Pruebas de Funcionamiento		
Puesta en funcionamiento		
Descripción del Proyecto: ¿Qué, Quién, Cómo, Cuándo y Dónde?		
El presente proyecto corresponde al Mejoramiento de la Red Eléctrica del Colegio Militar Elías Aguirre, que operara a la tensión de 22.9 kv – 30, requerida para suministrar energía eléctrica al referido centro educativo ubicado en el distrito de Pimentel, Provincia Chiclayo y Departamento de Lambayeque, realizado por Consorcio Angamos (ELECTRICIDAD & TECNOLOGÍA SAC – INGENIERÍA CONSTRUCCIÓN CIVIL)		
Definición del Producto del Proyecto: Descripción del Producto, Servicio o Capacidad a Generar		
Sistema de Utilización en Medio Tensión requerido para suministrar energía eléctrica al Colegio Militar Elías Aguirre, a la tensión de 22.9 kv – 3 <sup>o</sup> ; con una sub-Estación de Distribución Tipo Compacta de 160 KVA Trifásico con relación de transformación de 22,9/0,38 -0,22 kv		
Definición de Requisito del Proyecto: Descripción de Requerimiento Funcionales, No Funcionales, de Calidad, etc., de Proyecto/Producto		
El presente proyecto comprende el suministro y montaje electromecánico de: Red de derivación entre el punto de diseño (PD) y la estructura del sistema de seccionamiento, protección y medición (PMI), la misma que es aérea, con conductor de cobre, desnudo, temple duro, de 50 mm <sup>2</sup> . La derivación se hizo de manera directa de los aisladores poliméricos tipo PIN existentes, sujetándose con alambre de amare de Cu, temple duro de 6mm <sup>2</sup> y conectores de CU tipo cuña de 50mm <sup>2</sup> .		
01 Sistema de seccionamiento, protección y medición en media tensión 22.9 kv (PMI), que se ubica en la primera estructura del Sistema de Utilización que se deriva para el presente proyecto; que es área, tipo biposte; y está constituido por Out Outs, Recloser, Trafomix, Sistema de Medición y Puestas a Tierra; los que han sido instalados conforme a lo indicado en el plano respectivo.		
194.00 m de Red Subterránea en 22.9 kv, trifásico (Fase R, S y T) con conductores de Cobre N2XSY de 1x50 mm <sup>2</sup> de sección, a través de ductos de PVC-P interconectados de buzones de concreto cuyas dimensiones se encuentran indicada en el correspondiente plano respectivo. Se adjunta lámina de detalles de instalación del cable subterráneo, incluyendo la cruzada, en donde se instalará ductos de concreto 4 vías de 0.25x0.25x1.0 m, 90mm de vía.		
01 Sub-Estación de Distribución Compacta, con seccionador de potencia, fusibles HH de 16 A y transformador de 160 kVA, relación de transformación de 22,9 /0.38 – 0.22 kv-30 para el referido centro educativo.		
01 Acometida eléctrica en Baja Tensión para la máxima demanda total de 131.12 kW, con cable de energía tipo N2XOH 0.6/1 kv, conformación 3 -1x70+1x50 mm <sup>2</sup> . Longitud de 2.5m desde los bomes de baja tensión del transformador de 160 KVA al Tablero General BT 380/220V.		
Objetivos del Proyecto: Metas hacia las cuales se debe dirigir el trabajo del proyecto en términos de la triple restauración		
Concepto	Objetivos	Criterio de Éxito
1. Alcance	Cumplir con los entregables del proyecto	Aprobación de todos los entregables por parte del cierre
2. Tiempo	Culminar el proyecto según el cronograma estipulado	Concluir el proyecto en 7 semanas, 10 de agosto del 2017
3. Costo	El costo presupuestado de S/ 142 036.09	No exceder el presupuesto del proyecto

**Figura 3.** Project Charter del proyecto Sistema de Utilización en Media Tensión 22.9kv

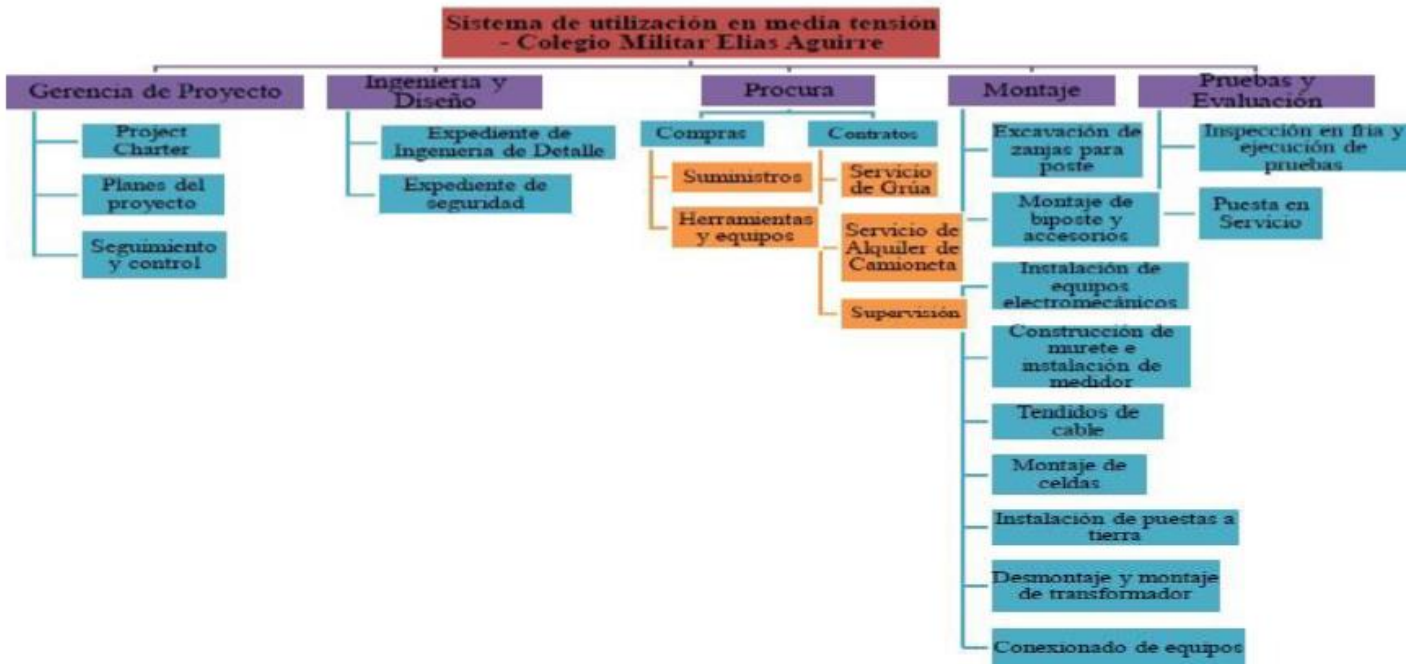
Fuente: (Diaz, 2019)

Luego de que el *project charter* del proyecto fue realizado y aprobado por las miembros interesados del proyecto, se realizó el proceso de la planificación del proyecto, procediéndose a la elección de los recursos a utilizar, para ello, se realizó la evaluación del equipo de trabajo. En lo que respecta al control del cronograma del proyecto, se planteó realizarlo con el programa MS PROJECT, puesto que esta aplicación permite administrar las actividades de manera detallada. Además, con la utilización del software, permitió realizar la identificación de la ruta crítica, lo cual fue valioso para tener conocimiento y control de cualquier retraso de las actividades que afectaría la duración del proyecto. Por otro lado, se confeccionó el EDT, factor necesario para tener un mejor enfoque en la realización del cronograma de proyecto.

CONTROL DE VERSIONES					
Versión	Hecha por	Revisada por	Aprobada por	Fecha	Motivo
01	ZRD	DCJ	SC	01/11/2018	GESTIÓN DE PROYECTOS

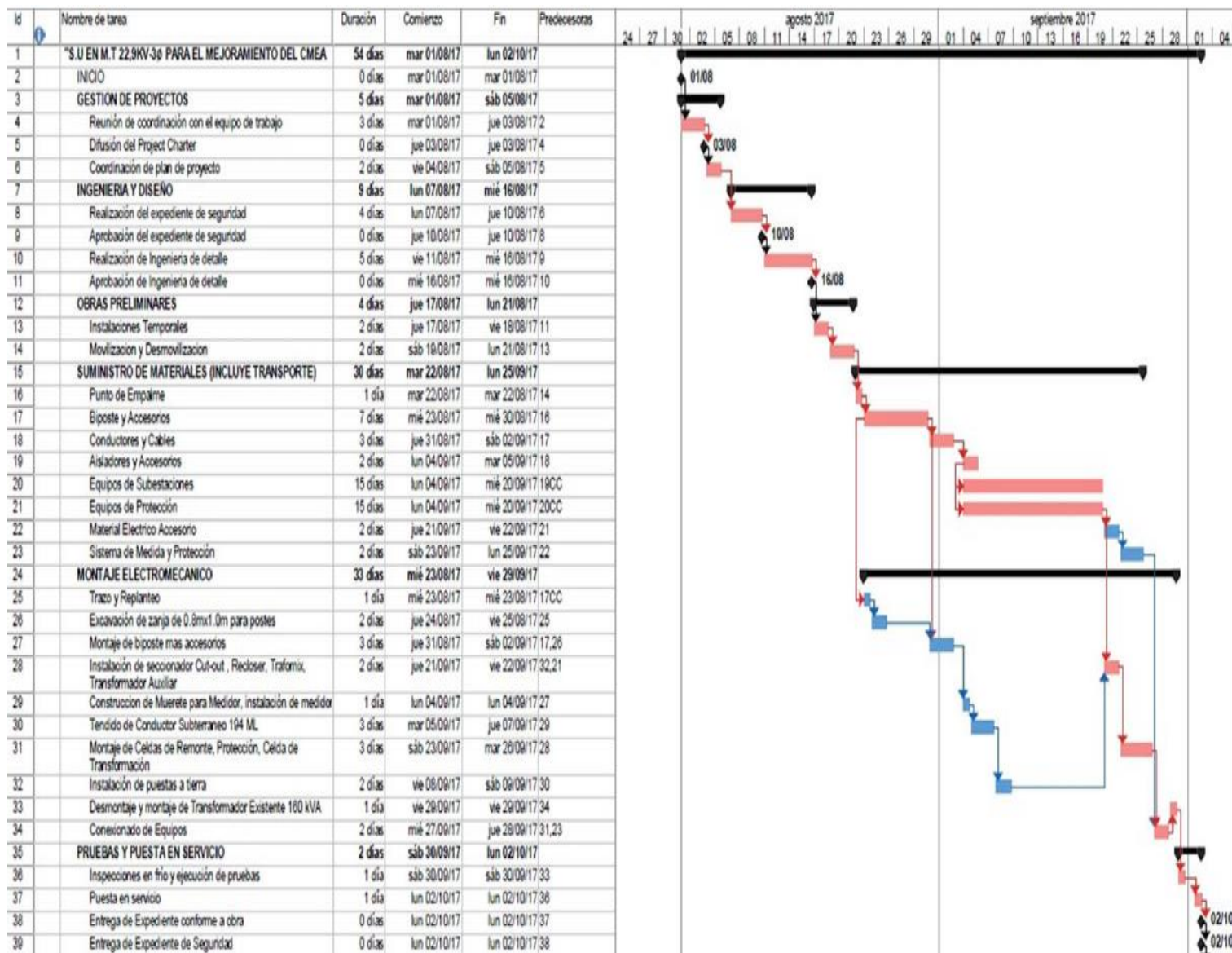
**EDT DEL PROYECTO**

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL PROYECTO
Sistema De Utilización En Media Tension 22,9kv, Trifásico, Mejoramiento Servicio Educativo Colegio Militar Elías Aguirre.	17SUMT_01



**Figura 4.** EDT del proyecto de la empresa electricidad & tecnología SAC – Chiclayo

Fuente: (Diaz, 2019)



**Figura 5.** Cronograma del proyecto de la empresa electricidad & tecnología SAC – Chiclayo

Fuente: (Diaz, 2019)

Por medio del cronograma, el autor de la investigación determinó que la duración del proyecto sería de 9 semanas, laborando de lunes a sábado, 8 horas al día (Diaz, 2019). La valoración de la ruta crítica fue importante para detectar cualquier retraso respecto al tiempo del desarrollo del proyecto, para lo cual era fundamental realizar coordinaciones con los proveedores en lo que respecta a la fecha de embarcación y envío de suministro al lugar de la obra. De acuerdo con el cronograma planteado por los autores de la investigación realizaron la determinación de los indicadores de gestión por medio del valor presupuestado, costo total y el valor ganado.

**Tabla 1.** Indicadores de Gestión de Valor Ganado - Después de la Propuesta del proyecto de la empresa electricidad & tecnología SAC – Chiclayo

Inda.	Semana								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PV	S/14,203.61	S/28,407.22	S/42,610.83	S/56,814.44	S/85,221.65	S/ 113,628.87	S/ 142,036.09		
AC	S/14,203.61	S/28,407.22	S/42,610.83	S/56,814.44	S/76,699.49	S/ 102,265.98	S/ 127,832.48	S/ 142,746.27	S/ 143,456.45
EV	S/14,203.61	S/28,407.22	S/42,610.83	S/56,814.44	S/68,177.32	S/ 90,903.10	S/ 113,628.87	S/ 127,832.48	S/ 142,036.09

Fuente: (Díaz, 2019)

En la tabla anterior, el autor pretendió demostrar que a partir de la semana número 4 el valor ganado se encontraba por debajo con respecto al valor presupuestado, lo cual demuestra que el desempeño de la realización de las actividades no fue de acuerdo con lo planeado, presentando retrasos con respecto al cronograma inicialmente propuesto. El cronograma realizado en el presente trabajo permitió detectar oportunamente los probables riesgos, evitando retrasos y sobrecostos, lo cual generaría inconvenientes a los *stakeholders*. Se determinó que el índice de cumplimiento del cronograma presenta una mejora del 81.63% posterior a la propuesta presentada por los autores de la investigación. Con respecto al control de costos del proyecto, se elaboró un presupuesto, teniendo en cuenta como base el metrado propuesto, el cual debió ser casi exacto al metrado final de la obra. Para el coste del suministro, se realizó la elaboración de un presupuesto con costos reales proporcionado por los proveedores, en donde se evaluó la calidad de los materiales, factor determinante para garantizar una sostenibilidad en el tiempo de vida del proyecto. Por otro lado, costear la mano de obra se realizó un análisis de precios unitarios, teniendo en cuenta el tiempo y el lugar en donde se realizaría el desarrollo del proyecto. Este presupuesto fue desarrollado en Excel en donde se tuvo en cuenta las técnicas y normas del PMBOK. El presupuesto de proyecto resultó de S/ 99,055.49 nuevos soles. Con lo respecto a lo presupuestado, teniendo en cuenta el cronograma establecido y los posibles riesgos, se estableció que el desempeño del costo del proyecto mejoraría en un 80.80% después de la propuesta realizada. En cuanto al factor de control y calidad, se propuso implementar políticas de desarrollo sostenible, que permita potenciar la productividad en la empresa para mitigar el impacto de los riesgos. El aseguramiento de la calidad antes de iniciar con la ejecución el proyecto fue vital para que se concluyera que se realizó una buena inversión puesto que se controló la calidad durante todo el proyecto para que el

entregable final esté de acuerdo con los requerimientos del cliente final. Los autores de la tesis concluyeron, que en base a los resultados obtenidos y con la comparación de antes y después del proyecto, se pudo realizar una adecuada gestión de proyectos, que permitió incrementar la productividad. También, se desarrolló un correcto desempeño del cronograma y la gestión de costos y de calidad, influyendo positivamente en los resultados finales del proyecto. Aplicando los lineamientos del PMBOOK lograron incrementar en un 90.86% la productividad, controlando eficientemente el desarrollo del proyecto desde la etapa de inicio hasta su culminación.

#### **2.1.1.2. Tesis 2: Optimización Energética en Datacenters: Método y Aplicación (Briseño. A., 2012)**

El presente trabajo de investigación desarrollado por Briseño estableció como objetivos demostrar las tendencias tecnológicas en lo que respecta al ahorro de energía, las cuales fueron aplicadas en un centro de cómputo, identificar las estrategias para realizar una reducción a los altos costos de energía eléctrica en las infraestructuras de TI, presentar una metodología que integre en un método coherente diversas estrategias para reducir el gasto energético en los Datacenters. El autor después de explicar las bases teóricas que respalden su investigación, propuso ciertas estrategias para seleccionar un método para reducir el consumo de energía en los Datacenters, así como estrategias verdes para contrarrestarlos. El investigador halló diversas herramientas y métodos que reducen el consumo de energía, haciendo más eficiente la utilización de electricidad en un centro de cómputo. Por otro lado, halló métodos disponibles para reducir el consumo de energía, los cuales se mencionan a continuación:

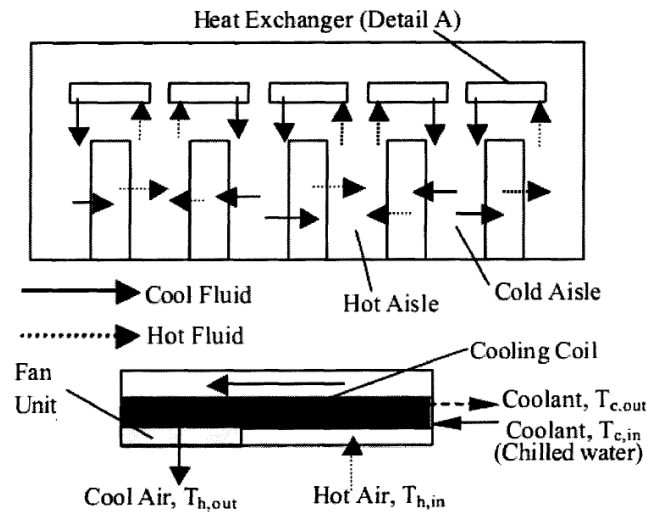
**Tabla 2.** Métodos Disponibles para Reducir Energía

Método	Descripción	Pros	Contras
Virtualización	Diversos sistemas operativos corriendo en un solo servidor	No hay diferencias para los usuarios. Se reduce el número de servidores físicos.	Costo inicial. Administración. Riesgo de crecimiento descontrolado de servidores virtuales. Redundancia
Enfriamiento más eficiente	Técnicas para enfriar los equipos de IT utilizando menos energía	No existe la necesidad de bajar la capacidad	Es difícil medir el impacto sin suficientes métricas. Cambio infraestructura en datacenter
Elementos verdes	A través de programas como el “Electronic Product <i>Envioronmental Assesment Tool (EPEAT)</i> ” y “ <i>Energy Star</i> ”, los compradores adquieren productos con mayor eficiencia energética, menor toxicidad y materiales más reciclables	Incentiva a los fabricantes a construir más productos verdes.	Limita lo que es posible comprar.

Edificio verde	Utilizar prácticas de edificios verdes como la certificación “ <i>Leadership in Energy and Environmental</i> ”	Ahorro en energía, prestigio	Costo inicial, requiere un cambio radical en edificios ya construidos
Cloud Computing o SaaS	Contratar los servicios de un proveedor para alojar las aplicaciones en la nube (datacenter remotos)	Las compañías no necesitan un datacenter, por lo que los costos que este lleva desaparecen.	Los datos confidenciales son manejados por una organización externa. No hay suficiente flexibilidad al requerir cambios en la infraestructura.
Clustering	Distribuir las cargas de trabajo en distintos servidores	Baja la carga de trabajo en los servidores al pasarlas a otros con menor carga.	Es aplicable para los grandes datacenters de internet.

Fuente: (Briseño. A., 2012)

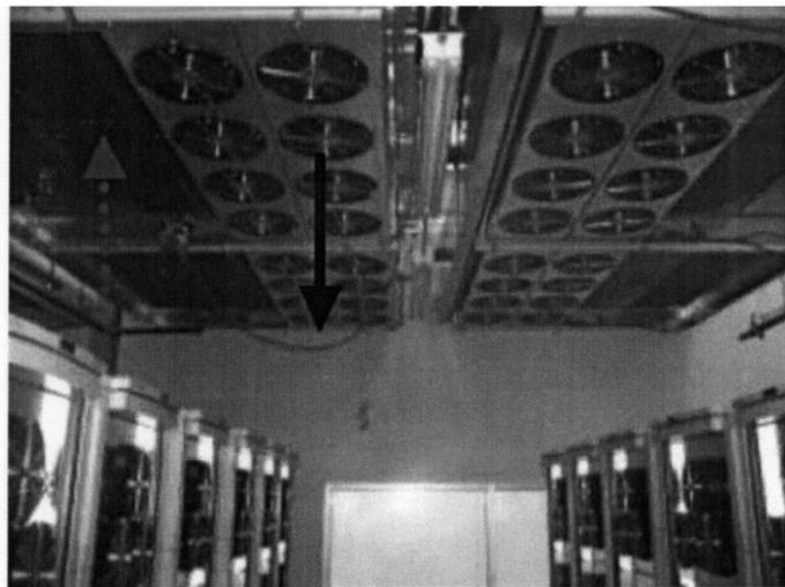
Con respecto a la virtualización, se decidió crear un entorno virtualizado que proveía a cada sistema operativo el acceso exclusivo al *hardware*. Para ello, se realizó la virtualización del sistema operativo, en donde se inserta una capa de *software* entre el sistema *hardware* y el sistema operativo. Una vez instalada la virtualización de las capas hasta llegar al sistema operativo, se implementó una arquitectura de enfriamiento más eficiente, en donde se realizó la permutación de calor instalados en el techo sobre los *racks*, quitando el calor del lugar de instalación e inyectando el aire frío en los pasillos.



**Figura 6.** Diseño alternativo para enfriamiento de datacenters, mediante el sistema DataCool

Fuente: (Patel, 2001)

El diseño de enfriamiento de datacenter fue modelado por medio de una herramienta dinámica computacional de fluidos llamado Flovent, este sistema, permitía obtener una eficiencia de energía, reflejándose en el ahorro de espacio donde se instaló la tecnología.

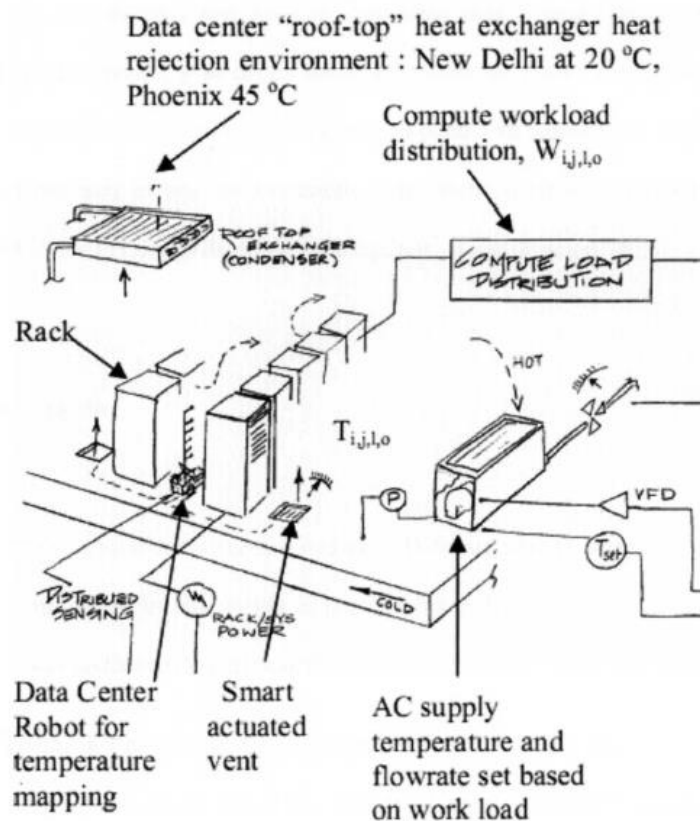


**Figura 7.** Intercambio de Calor en el Datacenter Prototipo

Fuente: (Patel, 2001)

Después de este análisis, el autor de la implementación visualizó la necesidad de la implementación de un procedimiento de administración de

recursos de enfriamiento del datacenter, basado en la distribución de carga de la configuración más eficiente de energía. La implementación de esta propuesta trajo consigo varios beneficios como la reducción de los gastos totales del mantenimiento del *datacenter* hasta en un 20%, en donde se utilizaron sensores inteligentes de control de temperatura.

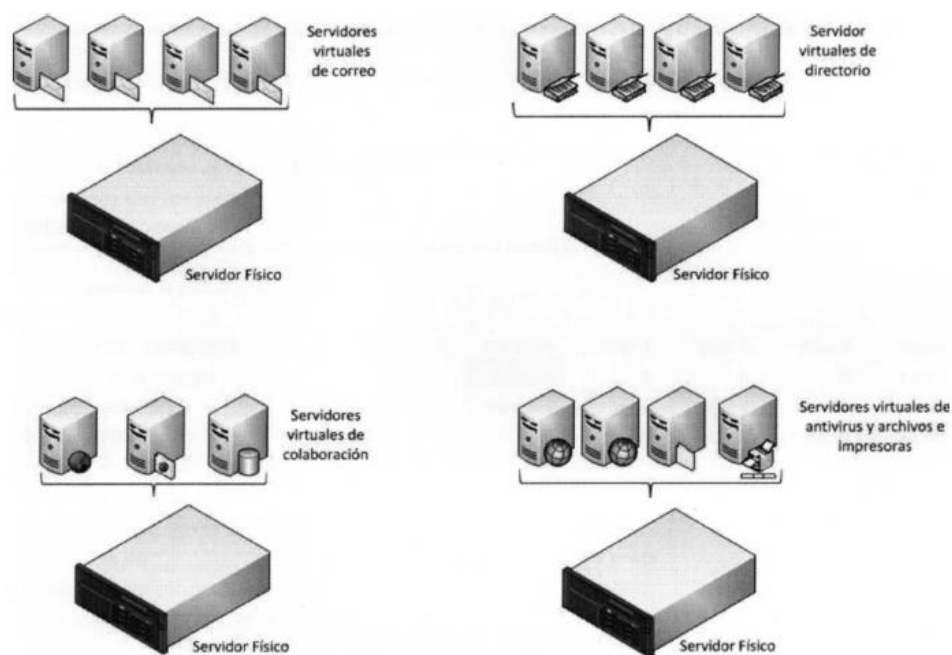


**Figura 8.** Propuesta de implementación de Datacenter inteligente

Fuente: (Patel, 2003)

El autor de la tesis luego analizar la casuística, obtuvo las métricas y los escenarios idóneos que reflejaban la mejora de la eficiencia la energía, utilizando los métodos de virtualización, cloud computing y elementos verdes. El datacenter que se analizó está ubicado pertenece a la institución educativa, el cual está compuesto por 314 servidores, dispuestos en 21 racks para brindar servicios la comunidad del plantel educativo. Para ello, se realizó la implementación de diez pasos. Como primer paso, se determinó el cálculo del

PUE, para ello se obtuvo valores en un instante de amperaje en los tableros de circuitos de los servidores y equipos de telecomunicaciones y almacenamiento, en donde como resultado del PUE se obtuvo 1.8, este resultado indicó que hay una eficiencia acorde al PUE de los *datacenters* de la época. Como segundo paso, se estimó el costo de energía al mantener los servidores y equipos de IT operando, en donde se determinó que el precio de mantener un servidor promedio encendido durante los 365 días del año fue de US\$ 300.00. Como tercer paso, se procedió a seleccionar una estrategia de virtualización, la cual era esencial para realizar la reducción el consumo de energía del *datacenter*, los servidores que se debía virtualizarse eran los siguientes: 4 servidores de correo electrónico, 4 servidores de servicio de directorio, 3 servidores de servicios de colaboración, 2 servidores de antivirus y 2 servidores de archivos e impresión, a continuación, se muestra la figura de la implementación:



**Figura 9.** Esquema de Consolidación de Servidores

Fuente: (Briseño. A., 2012)

El retorno de la inversión (ROI) resultó 121% con un tiempo de recuperación de 0.8 años, en la siguiente figura se muestra el cálculo correspondiente:

How many software licenses are you purchasing?						5 licenses
What is the cost per license?						495
<b>Other direct benefits</b>						
Other direct benefits include reductions in direct costs and accounts receivable.						
Other reduction in annual costs						3,000
<b>SOFTWARE - EXPENSED</b>						
	Pre-start	Year 1	Year 2	Year 3	Totals	
Product license charges	\$ 2,475	0	0	0	2,475	
<b>DIRECT BENEFITS</b>						
	Pre-start	Year 1	Year 2	Year 3	Totals	
TOTAL - DIRECT	0	3,000	3,000	3,000	9,000	
<b>Summary Results</b>						
Annual return on investment (ROI)	<b>121%</b>					
Payback period	<b>0.8 years</b>					
Average annual benefit	<b>\$ 3,000</b>					
Average annual total cost of ownership	<b>\$ 825</b>					

**Figura 10.** Datos de la captura del cálculo del ROI de virtualización

Fuente: (Briseño. A., 2012)

Se realizó la misma estrategia, mencionada líneas atrás, para todos los servidores pertenecientes al datacenter de la institución educativa mexicana, en donde se redujo la cantidad de servidores a 80 servidores físicos, ahorrando un costo anual de US\$ 70,200.00 y obteniendo un ROI de 121% en un periodo de recuperación de 0.8 años. En el presente trabajo, se trató de presentar el impacto ambiental que tiene las tecnologías de información con respecto a uso de energía en los *datacenters*, en donde para solucionar estos temas se utilizó técnicas y herramientas como la virtualización de los servidores, la implementación de un sistema de enfriamiento más eficiente, entre otras medidas que trajo consigo ventajas para la organización en cuanto a costos de energía y de operación. El desarrollo del trabajo pretendió demostrar que un Datacenter debe ser considerado como un factor fundamental de cualquier organización, en donde, la instalación y mantenimiento de este debe ser responsabilidad de un equipo multidisciplinario y experto en diversas áreas para garantizar una eficiencia en su operación que sirve como base a diversas operaciones de una organización.

## 2.1.2 Artículos Relacionados

### 2.1.2.1. Artículo 1: Aplicación de estándar del PMBOOK para determinar la factibilidad económica en un proyecto de tecnología termosolar (García, Valencia, Monroy, Trinidad, Suárez, Navarrete, 2022)

El presente artículo propone una solución para abastecer de agua caliente a su clientela mediante el consumo de Gas Licuado de Petróleo, para ello se realizó un estudio de factibilidad para el uso de tecnología solar, como parte fundamental del proyecto, utilizando la aplicación de los estándares del *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), que permite utilizar prácticas correctas en la gestión o administración de proyectos de energía renovable (García, Valencia, Monroy, Trinidad, Suárez, Navarrete, 2022). Para la fase de la gestión de integración, se elaboró el acta de constitución de proyecto, para formalizar la existencia de este, otorgando al gerente del proyecto, la potestad correspondiente para hacer uso de los recursos de la organización en las actividades pertenecientes al proyecto. En este proceso, también los autores identificaron a los *stakeholders*. Cuando el proyecto fue autorizado para iniciar, se indica en el presente artículo, que se realizó la validación del alcance del proyecto, para ello los autores del presente artículo procedieron a diseñar el EDT, en donde se detalló la subdivisión de los resultados o productos en componentes pequeños.



**Figura 11.** WBS o EDT del proyecto de la Aplicación de Factibilidad Económica en un Proyecto de Tecnología Termosolar

En lo que respecta a la gestión del tiempo, los autores del artículo comenzaron a diseñar el cronograma, herramienta que serviría al gerente del proyecto para poder controlar y gestionar el avance del proyecto y realizar los ajustes que fuesen necesarios.

Como se puede apreciar, los autores programaron las actividades desde el 10 de enero hasta el 7 de abril, en donde se considera todas las etapas del proyecto. Como paso siguiente, se comenzó a diseñar la gestión de los costos para poder realizar la estimación financiera. Se requirió ejecutar las tareas en términos de personas, equipos o materiales, y en que cantidades, fue necesario para contabilizar los recursos del proyecto. Luego del análisis de las diversas variables, costos, calidad, garantías, fletes, se realizó la consideración que la opción más viable correspondía a implementar los calentadores solares de placa plana de la marca Kioto que poseía una capacidad de Termotanque de L 150. Para ello, se construyó un RBS.

**Tabla 3.** Estructura de desglose de recursos o RBS

Datos	Costo Unit	Total
Para Iniciar el Proyecto se requieren (15 colectores para 15 cuartos) la instalación es sin costo	US\$ 6,280.00	US\$ 94,200.00
Flete desde Guadalajara a Tecolutla	-	US\$ 6,200.00
Garantía técnica 2 años y 5 por defectos de fábrica)	-	-
Costos de mantenimientos después de la garantía por los próximos años, se requieren al menos 2 mantenimientos por año	-	US\$ 55,200.00
Otros (% Riesgo)	-	US\$ 7,780.00
<b>Inversión Total</b>	-	<b>US\$ 163,380.00</b>

Nota: Se considera % riesgo de acuerdo con el PMBOK. Ciclo de vida hasta 20 años

Fuente: (García, Valencia, Monroy, Trinidad, Suárez, Navarrete,2022)

En la siguiente tabla, los autores demuestran el cálculo correspondiente al costo promedio ponderado de capital, el cual es una

medida financiera que engloba el costo de diferentes fuentes de financiamiento expresada porcentualmente.

**Tabla 4. Costo Promedio Ponderado de Capital**

N°	Fuente Financiamiento	Monto	Tasa de Interés	Tasa interés Menos impuesto	Tasa	Ponderación
1	Institución Financiera	US\$ 94,200	28.68%	20.08%	58%	11.6%
2	Inversionista	US\$ 69,180	13.00%	13.00%	42%	5.5%
		US\$ 163,380				17.1%

Nota: Cálculo del Costo Promedio de Capital de acuerdo con Baca (2013)

Fuente: (García, Valencia, Monroy, Trinidad, Suárez, Navarrete,2022)

Luego, los autores detallaron el cuadro en donde se presenta el flujo de efectivo esperado del proyecto.

**Tabla 5. Flujo de Efectivo Esperado**

Año	Flujo de Efectivo	Tasa	Flujos	Flujo Neto
	-	(1+t)	Actualizados	Acumulado
Año 0	- \$163,380.00	1.00000	- \$ 163.380.00	-
Año 1	33,600	0.85412	\$ 28,698.37	-\$ 134,681.63
Año 2	34,776	0.72952	\$ 25,369.72	-\$ 109,311.91
Año 3	35,993	0.62309	\$ 22,427,14	-\$ 86,884.77
Año 4	37,253	0.53220	\$ 19,825.87	-\$ 67,058.89
Año 5	38,557	0.45456	\$17,526.32	-\$ 49, 532.58
Año 6	39,906	0.38825	\$15,493.48	-\$ 34,039.10
Año 7	41,303	0.33161	\$13,696.43	-\$ 20,342.67
Año 8	42,749	0.28323	\$12,107.81	-\$ 8,234.86
Año 9	44,245	0.24191	\$10,703.46	\$ 2,468.60
Año 10	45,793	0.20662	\$9,461.99	\$ 11,930.59
Año 11	47,396	0.17648	\$8,364.51	\$ 20,295.10
Año 12	49,055	0.15074	\$7,394.33	\$ 27,689.43
Año 13	50,772	0.12875	\$6,536.68	\$ 34,226.12
Año 14	52,549	0.10996	\$5,778.51	\$ 40,004.63
Año 15	54,388	0.09392	\$5,108.27	\$ 45,112.90
Año 16	56,292	0.08022	\$4,515.78	\$ 49,628.68
Año 17	58,262	0.06852	\$3,992.00	\$ 53,620.68
Año 18	69,301	0.05852	\$3,528.98	\$ 57,149.66
Año 19	62,412	0.04999	\$3,119.66	\$ 60,269.32
Año 20	64,596	0.04269	\$2,757.82	\$ 63,027.14
	US\$ 786,817		US\$ 63,027.14	

Fuente: (García, Valencia, Monroy, Trinidad, Suárez, Navarrete,2022)

Posteriormente, se presentaron los siguientes indicadores:

**Tabla 6.** Resultado de Indicadores

Resultados de Indicadores	
VAN	US\$ 63,027.14
TIR	23.46%
B/C	1.39
PERIOD RECU (AÑOS)	8 AÑOS
PERIOD RECU (MESES)	4 MESES

Fuente: (García, Valencia, Monroy, Trinidad, Suárez, Navarrete, 2022)

De acuerdo con los resultados, los autores interpretaron, de acuerdo con los resultados obtenidos, determinaron viable el proyecto, puesto que representaba un Valor Presente Neto de US\$ 63,027.14, recuperando, de esta manera, la inversión realizada, con una tasa de interés de retorno de 23.46%. De la misma manera, la relación de costo-beneficio indicó que por cada peso invertido se recuperaba US\$1.39, en donde el tiempo de recuperación es de 8 años y 4 meses. Los autores concluyeron que la administración de proyectos propone buenas prácticas que contribuyen a reducir los riesgos, tener un mayor control de los costos, tener un claro panorama sobre los tiempos de entrega, optimizando la estructura de las personas pertenecientes al grupo de trabajo.

**2.1.2.2. Artículo 2: Aplicación de la guía PMBOK 6ta edición para la gestión de proyectos de sistemas de energía fotovoltaica, conectado a la red pública de servicio eléctrico. Caso: Granja avícola de la Provincia de El Oro, Ecuador (Aguilar, Ortega, 2021)**

El artículo desarrollado por Aguilar y Ortega se basa en la aplicación de la guía PMBOK para gestionar el proyecto correspondiente a la implementación de un sistema de energía fotovoltaica, aplicado a una granja avícola ubicada en la provincia de El Oro, Ecuador. En el desarrollo de artículo, los autores presentaron un análisis de los procesos y áreas de gestión planteados por la guía PMBOK 6ta edición, para que puedan ser aplicados durante las

diferentes etapas del proyecto las cuales son las siguientes: gestión de integración, gestión del alcance, gestión de cronograma, gestión de costos, gestión de riesgos del proyecto. Los autores utilizaron los diversos *softwares* para realizar la elaboración del EDT, secuencia de actividades, diagrama de Gantt, entre otros, los cuales fueron medios para posibilitar la identificación de las líneas base de actividades, costo y tiempo, factores que contribuyeron a lograr un mayor control a lo largo del desarrollo del proyecto. La energía fotovoltaica es considerada una apreciable alternativa de generación de energía eléctrica por ser renovable. La base primordial de obtención de energía eléctrica en este sistema es la luz solar, en donde se plantea contribuir con el planeta, obteniendo energía de fuentes naturales y sostenible en el tiempo. La característica fotovoltaica se relaciona con la incidencia de la radiación solar sobre un material semiconductor; además, entre sus otras características destacan los siguientes factores: No producen ruidos, no incluyen partes móviles, son modulares y fácilmente manejables como elementos de construcción. Como se mencionó para la elaboración de este proyecto se aplicó la guía PMBOK. En lo que respecta a la etapa de Gestión del cronograma del proyecto se elaboró la secuencia de las actividades, herramienta que permitió determinar el tiempo de cada una de las actividades y total del proyecto. En lo que respecta a gestión de costos se incluyó los procesos de planificación y estimación para gestionar los costos contemplados en el presupuesto aprobado. En lo que respecta a la gestión de calidad se incluyó procesos para integrar la planeación y gestión de control, y de esta manera establecer los aspectos técnicos, organizacionales y administrativos, para garantizar la calidad del proyecto mediante indicadores de gestión y desempeño. En lo que respecta a la gestión de riesgos del proyecto se planteó como objetivo disminuir el impacto de las consecuencias negativas y aumentar el impacto de las consecuencias positivas, identificando los riesgos que se presentaron durante todas las etapas del proyecto y plantear una respuesta de mitigación, la cual permita mermar los efectos sobre el proyecto; puesto que un riesgo que no se identifica pudo causar que el proyecto se detenga. Por lo tanto, se deberá elaborar un plan para contrarrestar el efecto de los riesgos inherentes y ocultos. Para la gestión de interesados del proyecto fue necesario conocer, comprender y analizar las necesidades de todos los interesados, para de esta forma evitar conflictos en el

desarrollo del proyecto. Por lo que fue necesario utilizar estrategias y una buena comunicación, para involucrar a los interesados en la toma de decisiones importantes del proyecto. Para el desarrollo de las diversas etapas de gestión del proyecto se diseñó los siguientes artefactos.

Identificación del riesgo			Cuantificación del riesgo		Acción a tomar				Cuantificación para el riesgo	
ID	Prioridad	Descripción	Probabilidad de ocurrencia	Valor Impacto	Descripción	Responsable	Fecha	Hecho	Probabilidad de ocurrencia	Valor Impacto
	Alta			Económica				Si		Económica
	Media			Cronológico				No		Cronológico
	Baja			Económica				Si		Económica
	Alta			Cronológico				No		Cronológico
	Baja			Económica				Si		Económica
	Alta			Cronológico				No		Cronológico
	Baja			Económica				Si		Económica
	Alta			Cronológico				No		Cronológico
	Baja			Económica				Si		Económica
	Alta			Cronológico				No		Cronológico

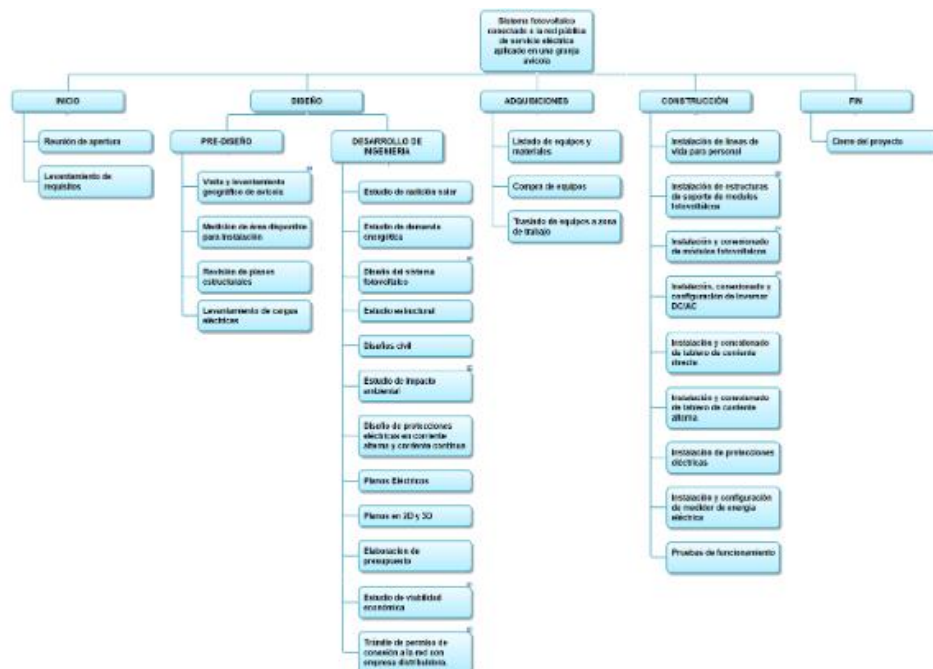


Figura 12. Herramientas para gestionar el proyecto de sistema de energía fotovoltaica, conectado a la red pública de servicio eléctrico

Fuente: (Aguilar, Ortega, 2021)

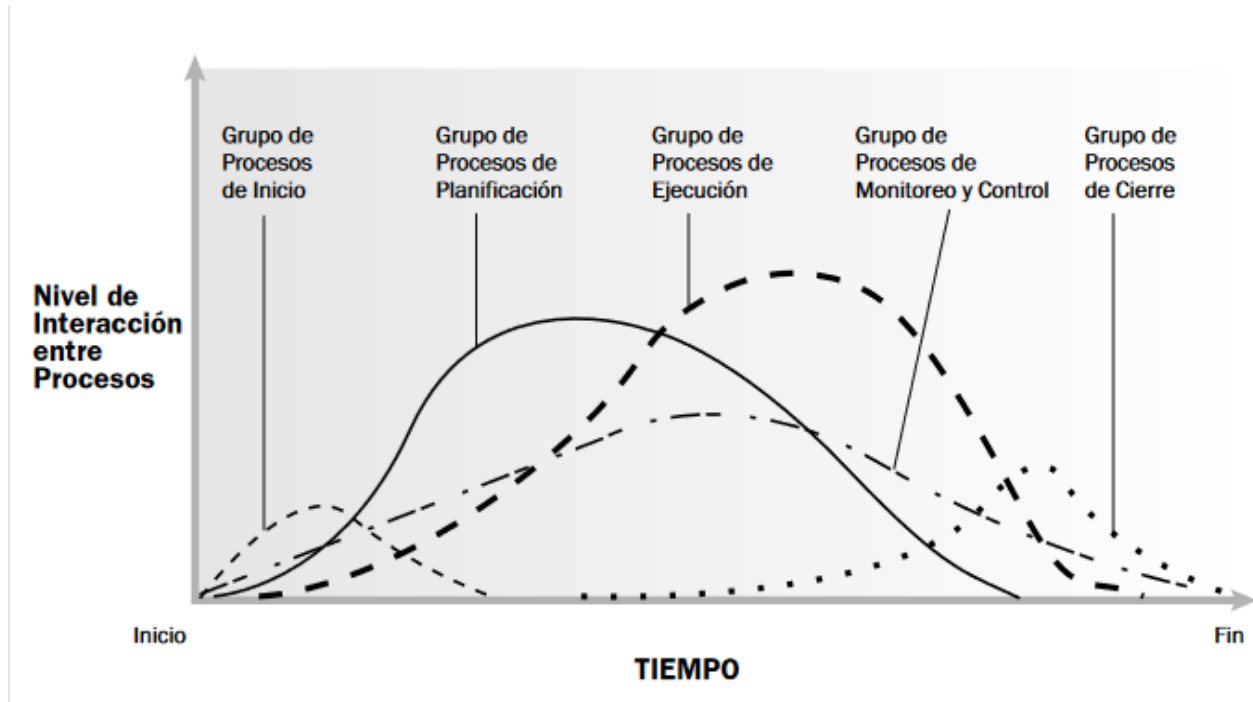
El autor concluyó que la realización del acta de constitución del proyecto fue indispensable para poder estipular el alcance general del proyecto, factor que permitió mantener un desarrollo más efectivo y evitar inconvenientes durante la ejecución y puesta en marcha del proyecto. El uso de herramientas como WBS o Project Manager permitió establecer de una manera clara y

ordenada las actividades que se desarrollaron para poder conseguir el objetivo del proyecto, asignando los recursos económicos y humanos necesarios, estimando los tiempos de duración y secuenciando las actividades. Otro punto que los autores destacaron fue que el aplicar la guía PMBOK permitió desarrollar, de la mejor manera, la gestión de requisitos del proyecto; debido a que, por la falta de conocimiento de los sistemas de energía fotovoltaica, permitió un mejor entendimiento de los requisitos por parte del interesado y del encargado del proyecto.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 PMBOK**

La guía para proyectos PMBOK es un manual que presenta estándares o normas para gestionar diversos proyectos (Isdi, 2023). Esta guía fue publicada por el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares en 1987, el cual está basado de un trabajo que fue publicado en el año 1983 titulado inicialmente como *"Reporte Final del Comité de Ética, Estándares y Acreditación"*. La última versión del PMBOOK fue publicada en el año 2021, en donde se describe el procedimiento de la dirección de proyectos, el cual se aplica de manera global y estandarizada para todas las industrias, implementando buenas prácticas de gestión. El director y el equipo del proyecto tienen el compromiso de definir cuáles son los procedimientos y el grado de rigor para cada procedimiento. La Guía del PMBOK provee un marco de referencia formal que permite desarrollar proyectos y los procesos necesarios para alcanzar los objetivos propuestos. Estos procesos se agrupan en cinco categorías: Grupo de Procesos de Inicio, Grupo de Procesos de Planificación, Grupo de Procesos de Ejecución, Grupo de Procesos de Monitoreo y Control y Grupo de Procesos de Cierre.



**Figura 13.** Grupos de Procesos en las fases de Proyecto

Fuente: (Project Management Institute, 2023)

En la figura 15 se muestra el flujo de procesos en donde se realiza un resumen global del flujo básico y de las interacciones que realizan los grupos de procesos y la parte interesada de proyecto. Los procesos están vinculados por entradas y salidas, de tal modo que el producto de un proceso se convierte en input de otro proceso. Los grupos de procesos no son considerados como fases del ciclo de vida del proyecto, debido a que los proyectos están separados en fases o subcomponentes.

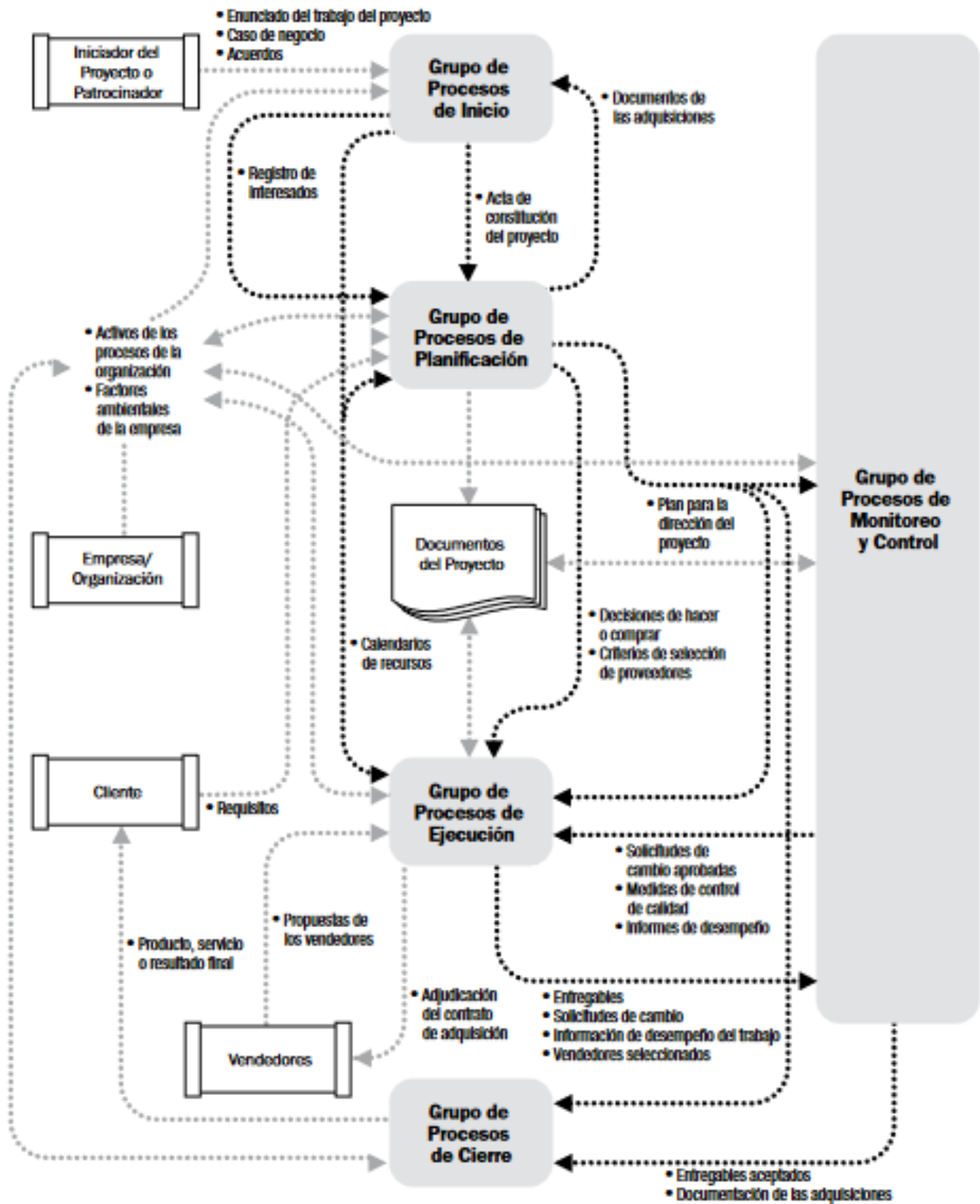
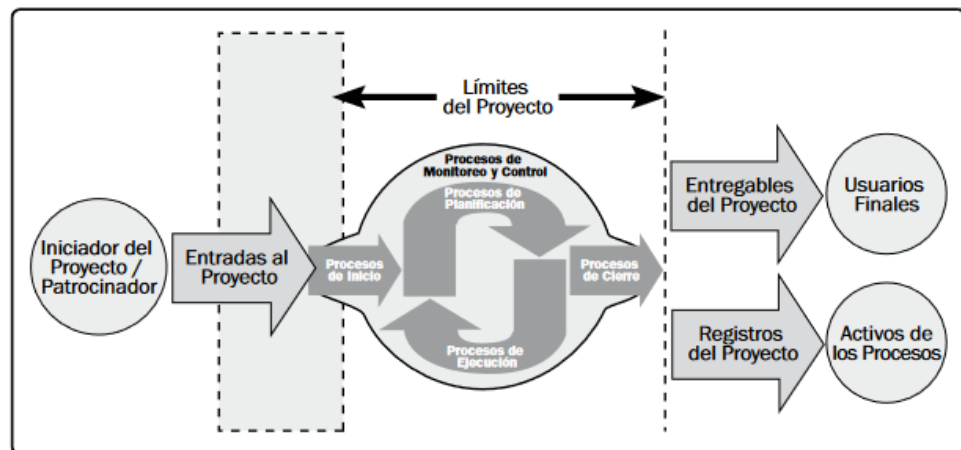


Figura 14. Interacciones entre Procesos de la Dirección de Proyectos

Fuente: (Project Management Institute, 2023)

El proceso de Inicio del proyecto se encuentra conformado por procesos esenciales para la especificación de un nuevo proyecto o una nueva fase. El proceso de inicio es la fase en donde se realiza la definición del alcance y se asignan los recursos financieros, la identificación de los *stakeholders* del proyecto y la elección el director del proyecto, las cuales deben estar documentados en el acta de constitución del proyecto. Cuando el acta de constitución del proyecto es aprobada, el proyecto se encuentra oficialmente autorizado.



**Figura 15.** Límites del Proyecto

Fuente: (Project Management Institute, 2023)

El proceso de planificación se encuentra compuesto por los procesos necesarios para la definición del alcance del esfuerzo y de la definición de los objetivos (Projectum, 2013). El grupo del proceso de la planificación se encuentra conformado por 24 procesos, los cuales se encuentran diseñados para la planificación del proyecto, abarcando el alcance, el cronograma y el presupuesto. Como resultante de esta fase se obtiene el plan de gestión de proyectos. Por otro lado, el proceso de ejecución concentra las acciones necesarias para el desarrollo del proyecto, por lo que un mayor porcentaje del presupuesto se destina a esta fase, cabe resaltar que en esta fase es donde se observa los resultados del proyecto. En cuanto al proceso de Control y seguimiento contiene doce procesos encargados de garantizar la supervisión de los demás procesos del proyecto, en donde se realiza un seguimiento del proyecto total para mitigar los errores y excesos que se pudiesen presentar. Por último, lo que respecta al cierre, esta fase abarca procesos necesarios para garantizar que el entregable cumple con las necesidades y especificaciones del cliente.

### 2.2.2 ISO 50001

ISO 50001 es un reglamento elaborado por la Organización Internacional de Normalización a propuesta de la Organización de la Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO) que proporciona instrumentos indispensables para determinar actividades que consumen más energía (ISO 50001, 2024). Por ende, su objetivo principal es que se establezca procesos para mejorar el rendimiento y la eficiencia energética, de tal forma que se reduzca el consumo energético y así aumentar la rentabilidad. Esta norma propone una respuesta eficaz al cambio climático. En la confección de esta norma participó un comité de proyecto denominado ISO/PC 242, conformado por 44 países miembros del Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI) y de la Asociación Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) con la colaboración de otras organizaciones. Los principales objetivos de esta norma son presentados en la siguiente tabla:

**Tabla 7.** Principales Objetivos de la Norma ISO 50001

Principales Objetivos de la Norma ISO 50001
Reducir el consumo energético de la empresa seleccionando aquellas soluciones mejor adaptadas al funcionamiento de la organización
Permitir la transparencia y la comunicación sobre la gestión de la eficiencia energética.
Adquirir los conocimientos necesarios para optimizar los recursos y gestionar las actividades de una organización desde la perspectiva energética.
Automatizar y fomentar las buenas prácticas de gestión energética identificadas en la organización.

Fuente: (ISO 50001, 2024)

La ISO 50001 tiene como fin mejorar el desempeño y la eficiencia energética de forma continua, también, el de realizar la identificación de oportunidades de reducción de utilización de energía. Una gestión consistente de energía contribuye con las organizaciones a realizar el descubrimiento de eficiencia energética y aprovechar su potencial. Una correcta gestión de la energía trae consigo el beneficio de ahorros económicos, porque es por este medio que se logra una reducción continua en las

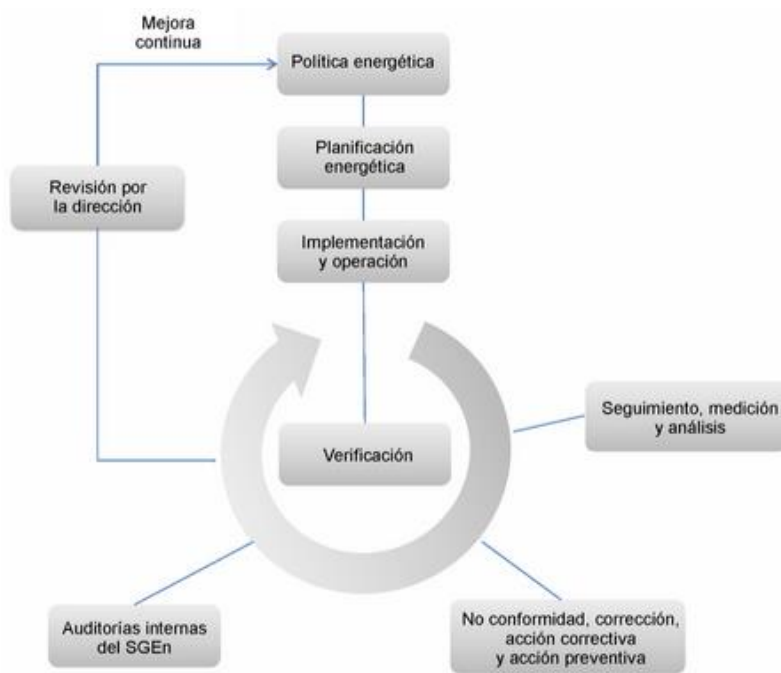
proporciones de emisión de gases de efecto invernadero. Este estándar se encuentra basado en la metodología del Ciclo de Deming, tal cual se muestra en la figura 21.



**Figura 16.** Ciclo de Deming ISO 50001

Fuente: (Geoinnova, 2024)

Esta normativa determina los requerimientos de un sistema de gestión de la energía (SGEn) para que cuyo propósito en la organización permita una mejora continua en la implementación de una eficiencia energética, estableciendo objetivos y una planificación que consideren los requerimientos legales y la información vinculada al uso significativo de la energía. Un SGEn permite a las organizaciones alcanzar compromisos derivados de sus políticas y tomar acciones para mejorar su desempeño energético. En líneas siguientes, se muestra el gráfico del modelo del sistema de gestión de la energía aplicada a la norma ISO 50001, en donde los factores que resaltan en la conformación de la estructura de esta norma son: Política energética, planificación energética, implementación y operación, verificación, auditorías internas del SGEn, no conformidad, corrección, acción correctiva y acción preventiva y seguimiento, medición y análisis.

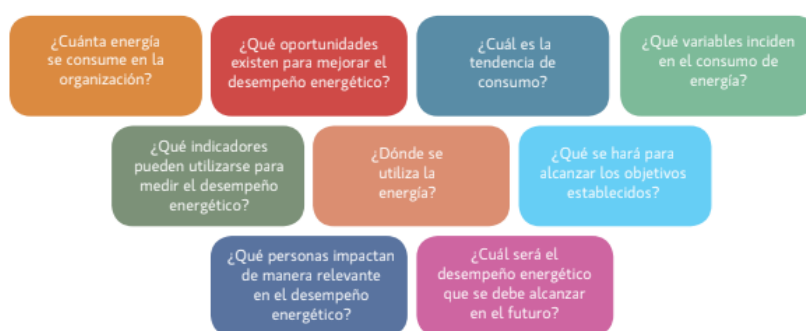


**Figura 17.** Modelo de sistema de gestión de la energía para esta Norma Internacional

Fuente: (ISO 50001, 2024)

La certificación ISO 50001 contribuye a asegurar que el sistema de gestión de energía se encuentre en una correcta operabilidad, en donde se visibilice una mejora continua en los procesos de eficiencia energética. Para implementar esta normativa se debe iniciar definiendo el plan de implementación, para ello es importante realizar el levantamiento de información acerca de la empresa en la que se va a implementar el SGE. En el caso de existir otros sistemas de gestión implementados o en proceso de implementación, deben evaluarse sus potenciales sinergias. Como segundo paso, la organización implementadora debe verificar si cuenta con el compromiso de la alta dirección, responsable de brindar los recursos necesarios para la implementación y la mejora del desempeño energético. Durante la etapa de implementación, ésta debe manifestar su compromiso mediante la designación de un representante como responsable del SGE, asignar recursos y definir la política energética de la empresa. El cumplimiento de los requisitos del SGE puede implicar cambios en procesos productivos, facilitando la identificación de oportunidades de mejora y contempla la necesidad de una revisión general de las actividades de la organización. La alta gerencia debe designar un directivo responsable de la implementación, el cual debe cumplir con las siguientes funciones: asegurar que el SGE se establezca, implemente

y se realice la mejora continua de acuerdo con los requisitos de la ISO 50001. Por último, se debe identificar a las personas idóneas para realizar las diversas actividades concernientes a la gestión de la energía, informando sobre el desempeño del SGE a la alta gerencia. Una vez implementado el SGE, el equipo deberá realizar el mantenimiento del sistema, monitoreando la conformidad del SGE bajo los requisitos de ISO 50001, comunicando el desempeño energético al resto de la organización. Una vez que se cuenta con la declaración de intención de trabajar consistentemente en la gestión de la energía, se debe realizar la planificación energética deberá responder preguntas como:

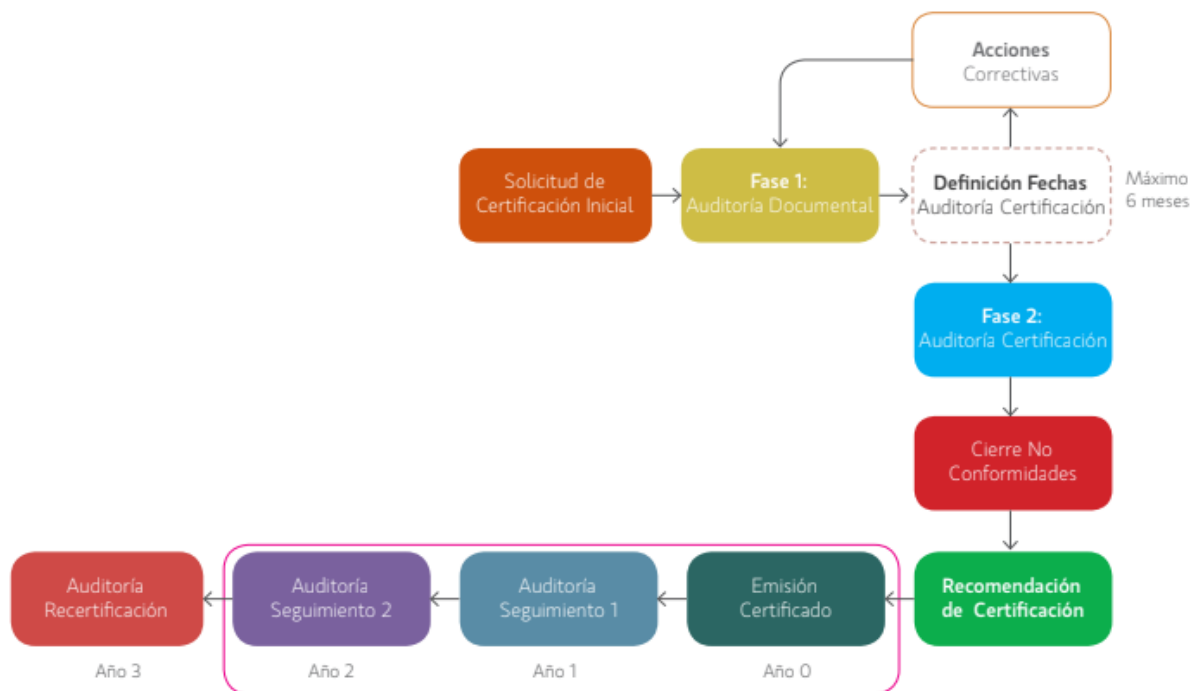


**Figura 18.** Preguntas para la planificación energética en una organización

Fuente: (ISO 50001, 2024)

El reconocimiento y la anteposición de las oportunidades del progreso del desempeño energético representa uno de los aspectos más relevantes del SGE (ISO 50001, 2024). Es responsabilidad del representante de la alta gerencia, apoyado en el equipo de gestión de la energía, el mantener un registro de las oportunidades de ahorro. El resultado de la identificación, priorización, registro de oportunidades de mejora del desempeño energético alimentará el proceso de fijación de objetivos, metas y plan de acción energético en una etapa posterior. Estos objetivos reflejan visiones de largo plazo consistentes con la política energética y deben tener diversas metas asociadas. Las metas son los objetivos en valores mensurables que pueden verificarse a lo largo del tiempo. En lo que respecta al plan de acción, este debe ser documentado y actualizado, para lo cual se debe tener en cuenta el procedimiento de revisión energética, las variables que influyen en el consumo de energía, los criterios para determinar y actualizar la línea base, los resultados de IDEs, los usos significativos de energía y el plan de acción con objetivos y metas energéticas. En lo que respecta al

plan de capacitación, es necesario contar con la participación del área de recursos humanos, en donde se debe elaborar un plan de capacitación. Para facilitar el proceso es necesario realizar la documentación, para ello es necesario teniendo en cuenta el desarrollo del manual SGE, los procedimientos, el instructivo del trabajo. En cuanto al proceso de Seguimiento, Medición y Análisis se debe realizar comparando la evolución de los IDEs con sus respectivas LBEs de forma sistemática, factor íntimamente ligado al apartado de control operacional, ya que para comprobar que una determinada actividad se está llevando a cabo correctamente es necesario realizar las medidas y el seguimiento correspondiente. Para que una organización pueda obtener la certificación debe cumplir con el proceso que se presenta a continuación.

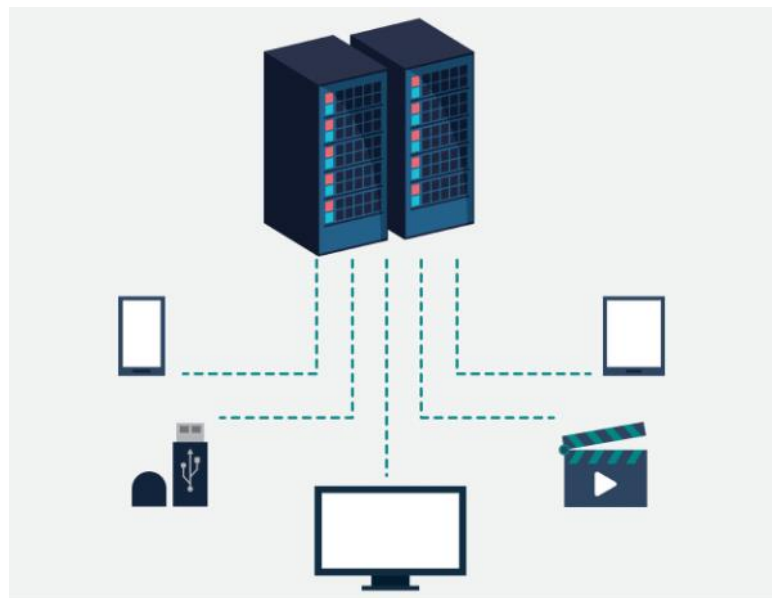


**Figura 19.** Diagrama Proceso de Certificación ISO 50001

Fuente: (ISO 50001, 2024)

### 2.2.3 Eficiencia Energética en Centro de Datos

Un centro de datos es un edificio que aloja tecnologías para la gestión, el procesamiento, el almacenamiento y la comunicación de datos de una o más organizaciones empresariales (Copenhagen Centre on Energy Efficiency, 2020). Este espacio es utilizado para la colocación de equipos informáticos, unidades de almacenamiento de datos, equipos de red, y el equipamiento de energía y refrigeración. Los centros de datos también se encuentran conformados por una fuente de energía confiable y diversos elementos para el control de la gestión de la infraestructura. Los centros de datos son fundamentales para la infraestructura corporativa, debido a que los datos son el soporte de diversas actividades en los diversos sectores empresariales.

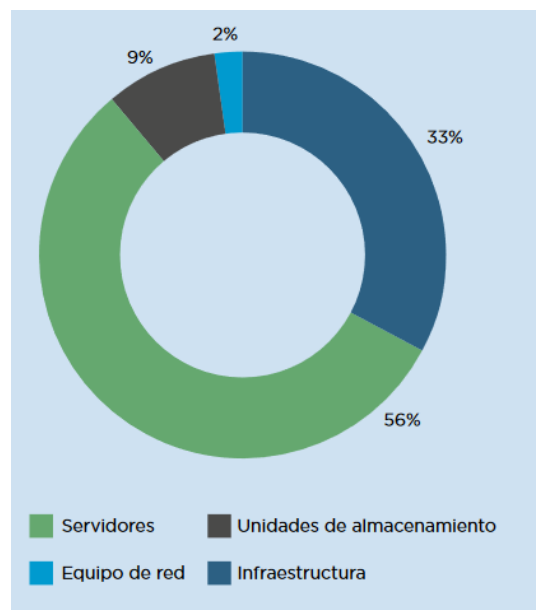


**Figura 20.** Diseño referencial de un centro de datos

Fuente: (Copenhagen Centre on Energy Efficiency, 2020)

En un contexto corporativo, cada vez más digitalizado, los centros de datos desempeñan un rol importante, brindando la infraestructura de soporte correspondiente para el almacenamiento de datos empresariales. Por ello, es importante tomar en cuenta la eficiencia energética para lograr alcanzar niveles de satisfacción durante el ciclo de vida del servicio que se proporciona en el mercado (BBVA. 2024). La eficiencia energética es de suma importancia para poder construir soluciones sostenibles y poder garantizar la sostenibilidad de la

energía a largo plazo (Stackscale, 2024), Se pronostica que los centros de datos simbolizan entre el 1% y el 1,5% de la energía utilizada en todo el orbe (Copenhagen Centre on Energy Efficiency, 2020). La optimización del uso de los procesadores como la transición de centro de datos físicos a centro de datos basados en la nube, ha sido un factor que ha contribuido con el desacoplamiento entre el crecimiento del uso de la energía y el crecimiento de las instancias de computación. La petición de electricidad de un *data center* está compuesta por cuatro elementos fundamentales: la infraestructura, los servidores, las unidades de almacenamiento y los equipos de red.

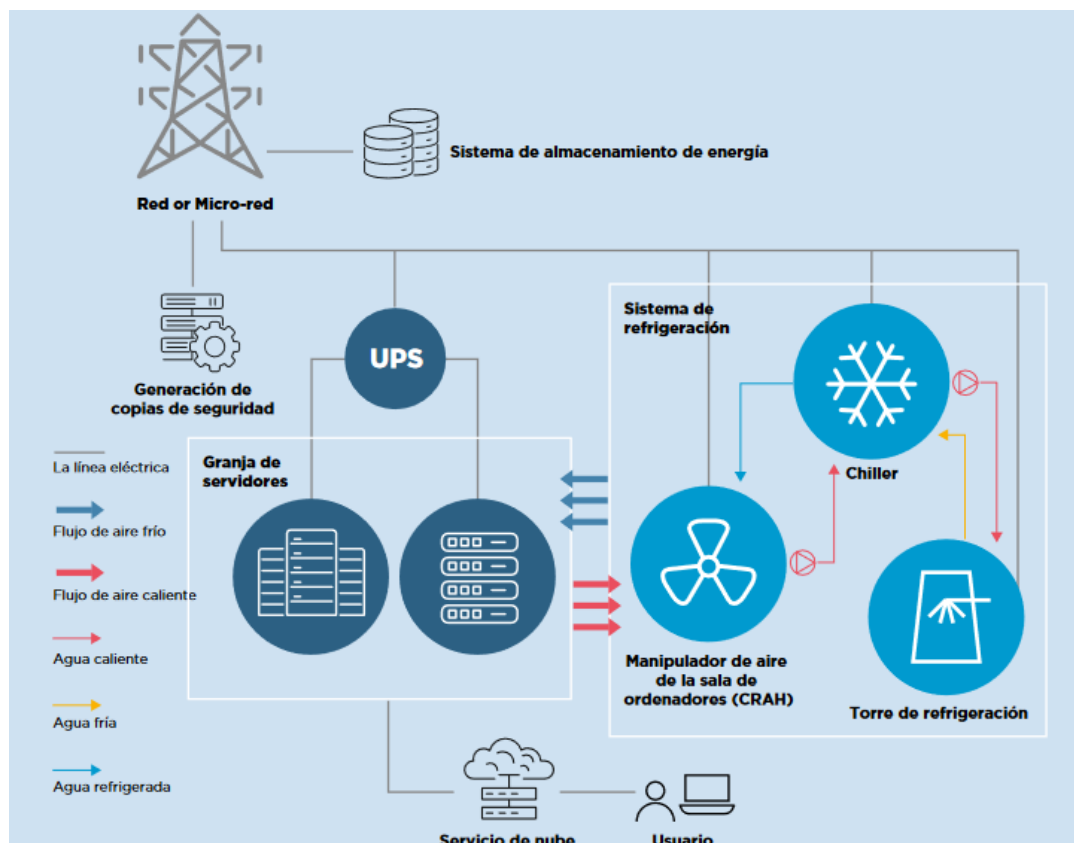


**Figura 21.** Composición de la demanda de energía en un Centro de Datos

Fuente: (International Energy Agency, 2020)

Desde un punto de vista integral, los centros de datos utilizan energía en todo su ciclo de vida. En estos centros operan diferentes tipos de equipo, en donde es su totalidad necesitan de energía eléctrica. Por lo general, los centros de datos están compuestos por granjas de servidores, que son equipos para procesar y almacenar datos, conformados por grupos de servidores interconectados, apilados en armarios, otro componente son las redes y comunicación, que son equipos para mantener una comunicación de datos de gran ancho de banda, en donde se incluye enrutadores, conmutadores y cableado. También está conformado por equipos de distribución de energía, que son los responsables de proporcionar electricidad en el centro de datos, otro componente que conforma un centro de datos es los equipos de generación de

respaldo de energía, que son equipos responsables de proporcionar electricidad de reserva en caso de fallo en el suministro de energía de red. El almacenamiento de energía es otro componente del centro de datos. Los cuales son sistemas de baterías responsables de proporcionar electricidad instantáneamente durante el retardo de arranque de la fuente de alimentación de respaldo. Otro componente importante es el sistema de climatización y flujo de aire, equipo utilizado para asegurar que la temperatura ambiente alrededor de los servidores esté dentro del rango apropiado. Otro componente importante es el sistema de refrigeración, el cual es un equipo que se utiliza para enfriar el aire que se sopla en los pasillos de aire frío del centro de datos, es utilizado junto con las unidades de tratamiento de aire de la sala de computadoras. Por otro lado, otro componente es el sistema de control y seguridad, el cuales un equipo utilizado para gestionar el flujo de energía y garantizar la seguridad de los datos almacenados en el centro de datos.



**Figura 22.** Arquitectura típica de un centro de datos refrigerado por un enfriador de agua

Fuente: (Adaptación de Rahmani et al, 2018)

Para la obtención de una eficiencia energética óptima en los centros de datos, es importante adoptar estrategias enfocadas en la sostenibilidad y la reducción del consumo. Para lo cual, es de suma importancia implementar sistemas de refrigeración

avanzados, en donde se utilice tecnologías como la refrigeración por inmersión o por aire exterior puede significar una reducción considerable en el uso de energía. Optimizar la gestión térmica, por medio de la segregación de pasillos fríos y calientes y el uso eficiente del espacio, se puede mejorar significativamente la eficiencia de la refrigeración y mejorar el PUE, en donde la implementación de sistemas de monitoreo y gestión energética permite una evaluación continua y ajustes en tiempo real para optimizar el PUE. Estas estrategias promueven un entorno operativo más sostenible y económicamente viable.

## **CAPÍTULO III: ENTORNO EMPRESARIAL**

### **3.1 Descripción de la Empresa**

#### **3.1.1 Reseña histórica y actividad económica**

SERVIMEC INGS, es una organización con más de veinte años de servicio orientada al sector de Infraestructura de Sistemas de MISIÓN CRÍTICA de Servicios Esenciales e Industrial, especialmente dedicada para brindar soluciones integrales de ingeniería, planeamiento, implementación y mantenimiento de sistemas inteligentes de potencia, soluciones de Internet Industrial de las Cosas (IIoT) – Industria 4.0, climatización de precisión, seguridad física y seguridad electrónica, específicamente para Data Centers, Centros de Control de Red y ESTACIONES DE ACCESO Y TRANSPORTE de Comunicaciones (SERVIMEC, 2024).

**Tabla 8.** Tipo de Servicios Servimec INGS

Mercado	Principales Clientes
Sector de Telecomunicaciones	Telefónica, Claro y Entel (líderes en el mercado, con expansión a nivel nacional)
Sector Hidroeléctricas	Satrkraft (empresa multinacional)
Sector Financiero	BCP (líder en el mercado)

Fuente: (Propia, 2024)

### Sistemas Eléctricos:

- Sistemas de MT, Celdas de Llegada y de Transformación, Transformadores, Trafomix, Bancos de Condensadores, Tableros Eléctricos, Tableros de Transferencia, Instalación y puesta en servicio.
- Sistemas de Energía para Centro de Datos, Centros de Control, sites de Telecomunicaciones y Estaciones Base celulares.
- Diseño e implementación de Líneas Eléctricas: Media y Baja Tensión (aérea, subterránea).

### Energía Estabilizada

- Sistemas Energía Ininterrumpida (UPS) marca DELTA
- UPS en configuración simple
- UPS en configuración paralelo redundante (n+1)
- Conversión de sistemas simples en sistemas redundantes
- Se ofrecen en la gama de capacidades hasta 800 KVA.

### Rectificadores

- Sistemas de Energía DC de baja potencia hasta 5 Kw
- Sistemas de Energía DC de media potencia hasta 30 Kw
- Sistemas de Energía DC de gran potencia hasta 200 Kw

### Respaldo de energía

- Grupos electrógenos del tipo estándar, encapsulado (Diesel y gas) e híbrido, Marca Ascot.
- Tableros de Transferencia Automática.
- Tableros de Transferencia Secuencial.
- Tablero de Sincronía.
- Generación
- Sincronismo y Paralelismo de Generadores

### Soluciones de Infraestructura para Telecomunicaciones

- Soluciones Sistemas Rectificadores tipo Indoor
- Soluciones Sistemas Rectificadores tipo Outdoor.

- Soluciones Integrales de Energía y Climatización
- Shelter para Telecomunicaciones
- Obras Civiles

#### Energía Alternativa

Proyectos Llave en Mano de Infraestructura de Estaciones Celulares, utilizando soluciones de energía alternativa, incluyendo:

- Sistemas Fotovoltaico Puro
- Sistemas Híbridos, Fotovoltaico – Diesel – Eólico

#### Otros Servicios

Servicio de Gestión y Alquiler de Generadores Eléctricos a Nivel Nacional

Servicio de Mantenimiento Infraestructura Energía, Clima y Seguridad para Data Center

Servicio de Mantenimiento Infraestructura de Energía y Clima



**Figura 23.** Principales Clientes de la Empresa SERVIMEC

Fuente: (Propia, 2024)

### 3.1.2 Descripción de la organización

#### 3.1.2.1 Organigrama

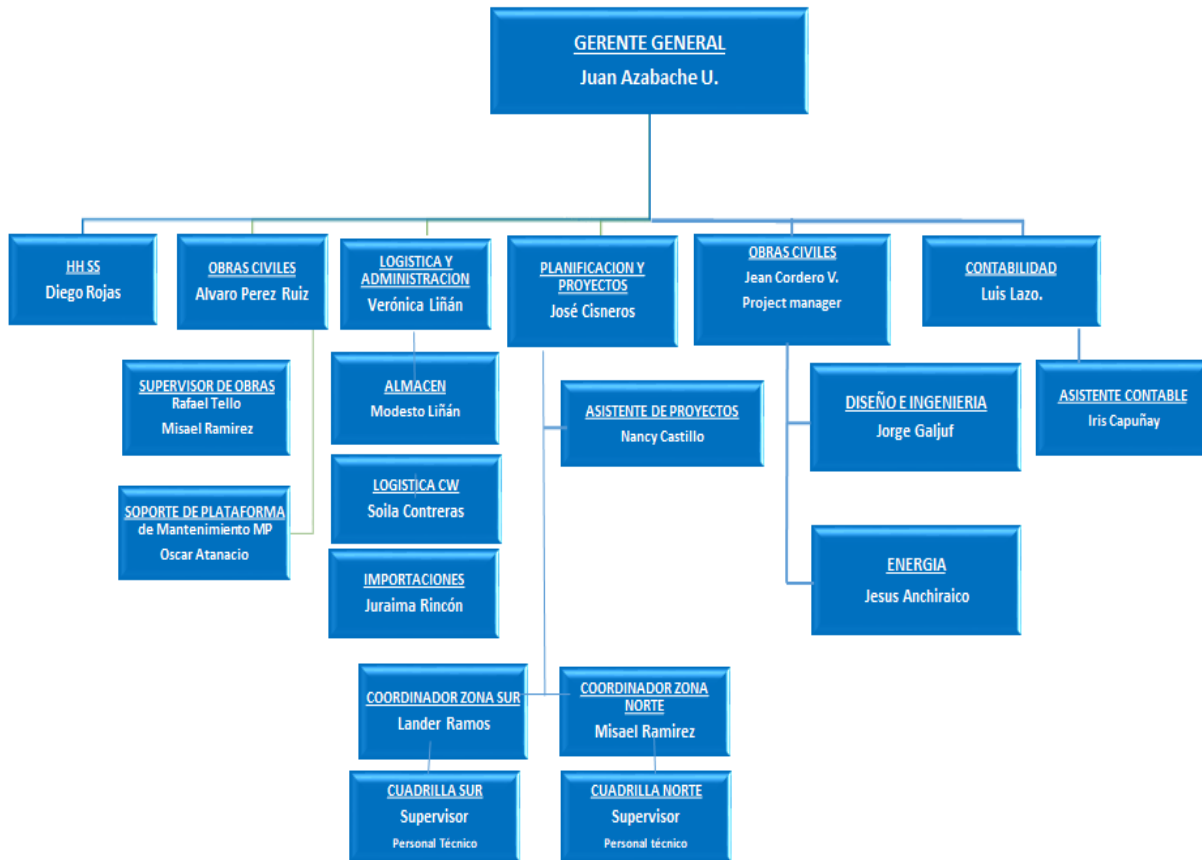


Figura 24. Organigrama de la Empresa Servimec

Fuente: (Servimec, 2024)

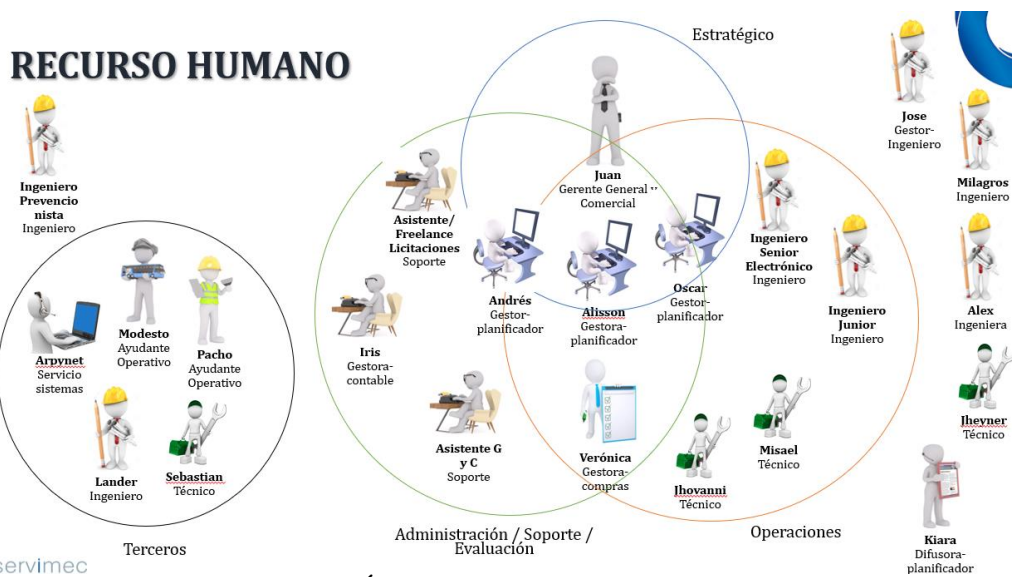


Figura 25. Funcionamiento del Área de Recursos Humanos Empresa Servimec

Fuente: (Servimec, 2024)

### 3.1.2.2 Cadena de Suministro

## 3.1.3 Datos generales estratégicos de la empresa

### 3.1.3.1 Visión, misión y valores o principios

La visión de Servimec es la siguiente: *“Líder en Soluciones Integrales de Ingeniería y Servicios en la región LATAM”*. En cuanto a la misión de la empresa se detalla a continuación: *“Soluciones de Energía, Clima e Infraestructura de Sistemas de Misión Crítica, Soluciones de Internet Industrial de las Cosas (IIoT) – Industria 4.0, Estaciones de Redes de Acceso y Transporte, que contribuyan al logro de los objetivos de nuestros clientes”*. En lo que respecta a los valores se mencionan a continuación: *“Cultura de servicio y atención personalizada, alto grado de compromiso con nuestros clientes y concientización con los aspectos de seguridad y medio ambiente.”*

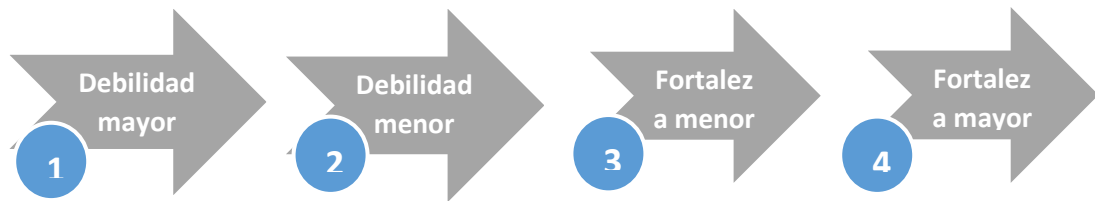
### 3.1.3.2 Objetivos estratégicos

**Tabla 9.** Objetivos Estratégicos de la Empresa Servimec

Objetivos Generales	Objetivos Específicos
Incrementar las ventas.	Aumentar las ventas semestrales en un 20%.
Generar mayores utilidades.	Generar utilidades semestrales mayores a US\$100 000.
Obtener una mayor rentabilidad.	Obtener una rentabilidad anual del 27%. Producir un rendimiento anual del 14% sobre la inversión.
Lograr una mayor participación en el mercado.	Lograr una participación de mercado del 7% para el segundo semestre del 2025.
Ser una marca reconocida por sus soluciones innovadoras.	Aumentar a 5 nuestros proyectos en soluciones de monitoreo remoto en el 2025. Implementar el modelo de eficiencia energética.

Fuente: (Fuente Propia, 2024)

### 3.1.3.3 Evaluación interna y externa. FODA cuantitativo



Matriz EFI			
Fortalezas	Ponderación	Clasificación	Puntuaciones
Principales distribuidores a nivel nacional de DELTA POWER SOLUTIONS.	0.11	4	0.44
Cuenta con stock de equipos para proyectos de soluciones integradas.	0.1	4	0.4
Cobertura de soluciones a nivel nacional.	0.05	3	0.15
Identificados como proveedores de TDP.	0.06	4	0.24
Más de 10 años de experiencia en el mercado de los servicios de soluciones integrales.	0.05	3	0.15
Personal comprometido.	0.05	3	0.15
Buen servicio y trato a los clientes.	0.08	4	0.32
Debilidades			
Escaso personal en el área comercial e ingeniería.	0.1	1	0.1
Empresas de mayor prestigio posicionadas en el mercado.	0.06	2	0.12
Centralización de la información en el área de gerencia general.	0.05	2	0.1
Bajo desarrollo de los canales digitales.	0.1	1	0.1
Falta de un catálogo de productos y servicios.	0.09	1	0.09
No se cuenta con aliados estratégicos.	0.05	2	0.1
Falta de capacitaciones al personal técnico.	0.05	2	0.1
<b>Total</b>	<b>1</b>		<b>2.56</b>

**Figura 26.** Matriz EFI empresa SERVIMEC

Fuente: (Fuente Propia, 2024)

La matriz EFI da como resultado 2.56, el cual indica que el puntaje obtenido es superior al valor mínimo de 2.5, la interpretación es que se aprovecha efectivamente sus fortalezas ya que, al desagregar la matriz, la suma de las puntuaciones de las fortalezas da un valor de 1.85 a diferencia de las debilidades que tiene un valor de 0.71. Se puede determinar que para que la empresa siga siendo competitiva tiene que seguir resaltando sus ventajas como es ser uno de los principales distribuidores nacionales de *Delta Power Solutions*.

**MATRIZ EFE:**

OPORTUNIDADES	PONDERACIÓN	CLASIFICACIÓN	PUNTUACIONES
Aumento de licitaciones con el estado en un 60% en el primer trimestre del año.	0.12	4	0.48
Financiamiento a empresas.	0.1	4	0.4
Nuevas tecnologías para el sector servicios.	0.11	4	0.44
Nuevas tendencias en el comportamiento del consumidor.	0.08	4	0.32
Aumento del aprovechamiento térmico con recursos renovables en el sector de edificación	0.05	3	0.15
Demanda social creciente en mejoras ambientales y de sostenibilidad	0.06	4	0.24
<b>AMENAZAS</b>			0
Disminución de importaciones durante el segundo trimestre del año en un 7.24% respecto al año anterior.	0.12	1	0.12
Según BCRP el sector de servicios caería en un 2.3%.	0.1	1	0.1
Brotos de enfermedades , post pandemia etc.	0.09	1	0.09
Crisis política del país.	0.08	2	0.16
Mayor exigencia por parte de los clientes por adquirir un servicio de calidad.	0.05	2	0.1
Falta de concientización por parte de empresas en el uso de nuevas fuentes renovables.	0.04	2	0.08
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		<b>2.68</b>

**Figura 27.** Matriz EFE empresa SERVIMEC

Fuente: (Fuente Propia, 2024)

La matriz EFE da como resultado 2.68, el cual indica que el puntaje obtenido es superior al valor mínimo de 2.5, es decir que la empresa aprovecha efectivamente sus oportunidades ya que, al desagregar la matriz, la suma de las puntuaciones de las oportunidades da un valor de 2.03 a diferencia de las debilidades que tiene un valor de 0.65. Por lo que se concluye que la empresa Servimec está analizando su entorno y detectando situaciones claves para ir creciendo, como es la de tener interés y aumentar presencia en licitaciones por parte del Estado y los programas. Además, debe analizar las nuevas preferencias de comportamiento por parte del consumidor, puesto que le permitirá conocer las nuevas necesidades o requerimientos de los clientes.

MATRIZ FODA CRUZADA		FORTALEZAS		DEBILIDADES			
	1		Principales distribuidores a nivel nacional de DELTA POWER SOLUTIONS	1	Escaso personal en el Area Comercial.		
	2		Disponibilidad de stock para asignar a proyectos entrantes.	2	Trasnacionales con mejor posicionamiento.		
	3		Cobertura de soporte técnico a nivel nacional.	3	Ausencia de ERP		
	4		Proveedor de TDP	4	Bajo desarrollo de canales digitales.		
	5		Mas de 15 años de experiencia en el mercado brindando soluciones integrales.	5	Falta de actualizacion de catalogo de productos.		
	6		Personal comprometido y motivado.	6	Pocos aliados estrategicos		
	7		Buen servicio postventa.	7	Pocas capacitaciones a personal.		
OPORTUNIDADES		O	F	ESTRATEGIA FO	O	D	ESTRATEGIA DO
1	Aumento de licitaciones con el estado en un 60% en el primer trimestre del año.	3	7	Desarrollar canales digitales y comerciales para potenciar los servicios.	3	2	Potenciar las propuestas de innovación (talleres de tecnologías y automatización)
2	Finaanciamiento a empresas.	1	6	Aumentar la participación en concursos de la OSCE.	2	4	Aprovechar beneficios que brinda el Estado para invertir o implementar herramientas digitales.
3	Nuevas tecnologías para el sector servicios.	4	7	Fidelizar a los clientes al innovar en nuevas tecnologías y sistemas de soluciones integrales.	3	7	Capacitar al personal debido a que la demanda continuando en aumento y es necesario contar con recursos.
4	Nuevas tendencias en el comportamiento del consumidor.						
AMENAZAS		A	F	ESTRATEGIA FA	A	D	ESTRATEGIAS DA
1	Disminución de importaciones durante el segundo trimestre del año en un 7.24% respecto al año anterior.	1	1	Promocionar productor DELTA y los servicios que brinda la empresa.	4	2	Iniciar con la inserción de nuevos sectores y mercados.
2	Según BCRP el sector de servicios caeria en un 2.3%.	2	4	Innovar y desarrollar nuevas ventajas competitivas para fidelizar a los clientes.	3	2	Implementar mejoras de protocolo contra las enfermedades que pueden acechar al personal técnico cuando sale a obra.
3	Brotos de enfermedades , post pandemia etc.	3	7	Añadir reseñas de clientes o certificaciones de trabajos logrados con éxito en la pagina web.	3	5	Continuar con la implementación de un app o plataforma comercial para promocionar los productos.
4	Crisis política.						

Figura 28. FODA empresa SERVIMEC

Fuente: (Fuente Propia, 2024)

**MATRIZ IE:**

PUNTUACIONES PONDERADAS TOTALES EFI

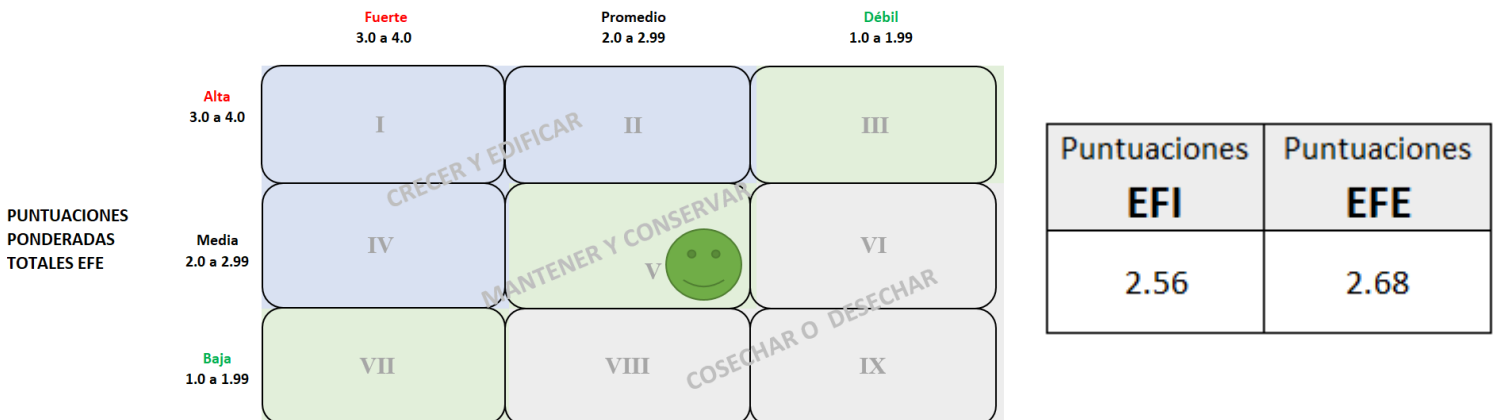
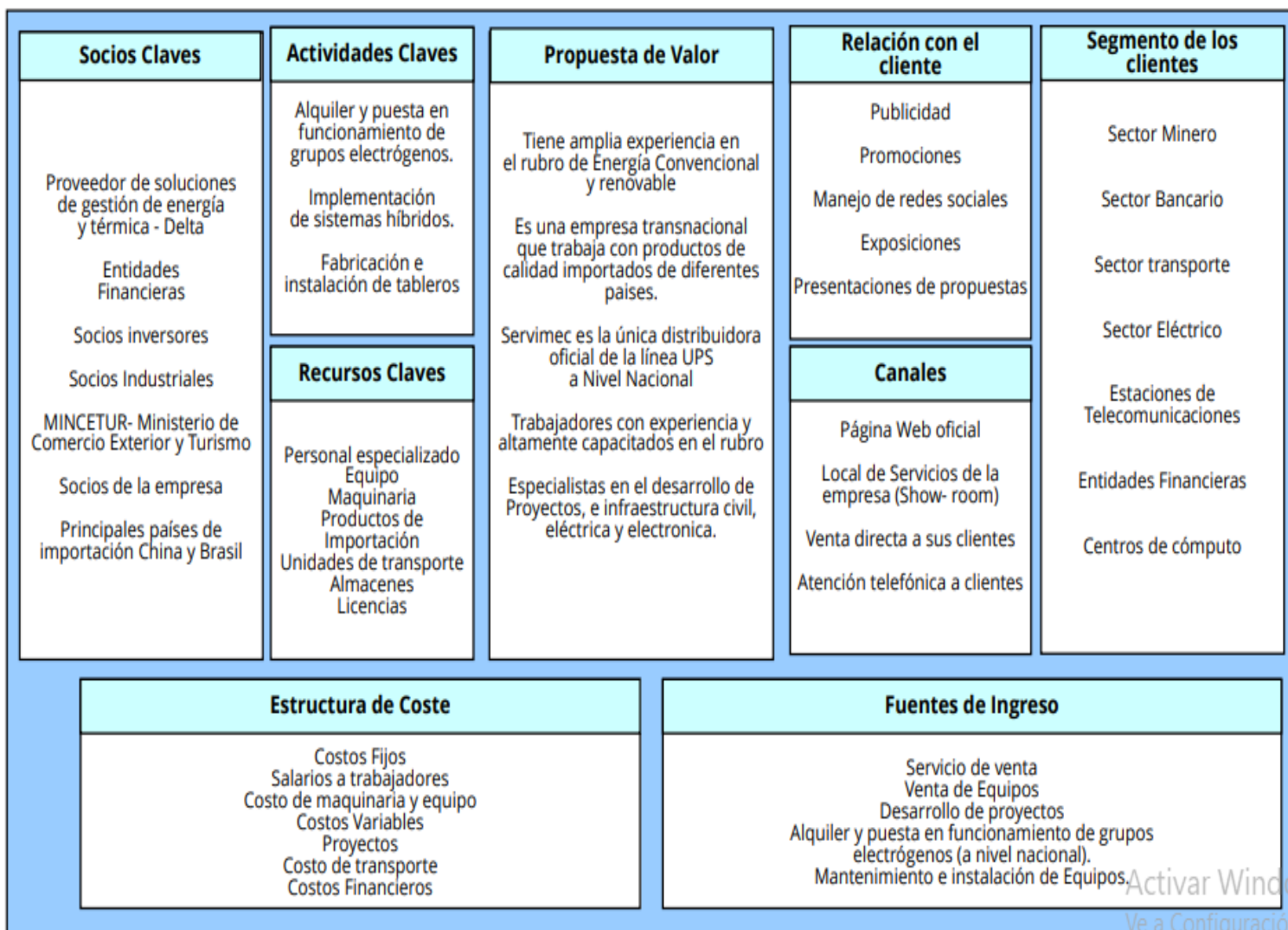


Figura 29. Matriz IE Empresa SERVIMEC

Fuente: (Fuente Propia, 2024)

Para ubicar a SERVIMEC en la matriz IE se debe utilizar los valores obtenidos en la matriz EFE y EFI, los cuales fueron de 2.68 y 2.56, siendo valores por encima de la media (2.5) concluyendo que la empresa sabe aprovechar sus fortalezas y oportunidades. Estas coordenadas permiten ubicar a la organización en el cuadrante V el cual es “Mantener y Conservar”, esta ubicación significa que debe desarrollarse y extenderse para continuar mejorando.

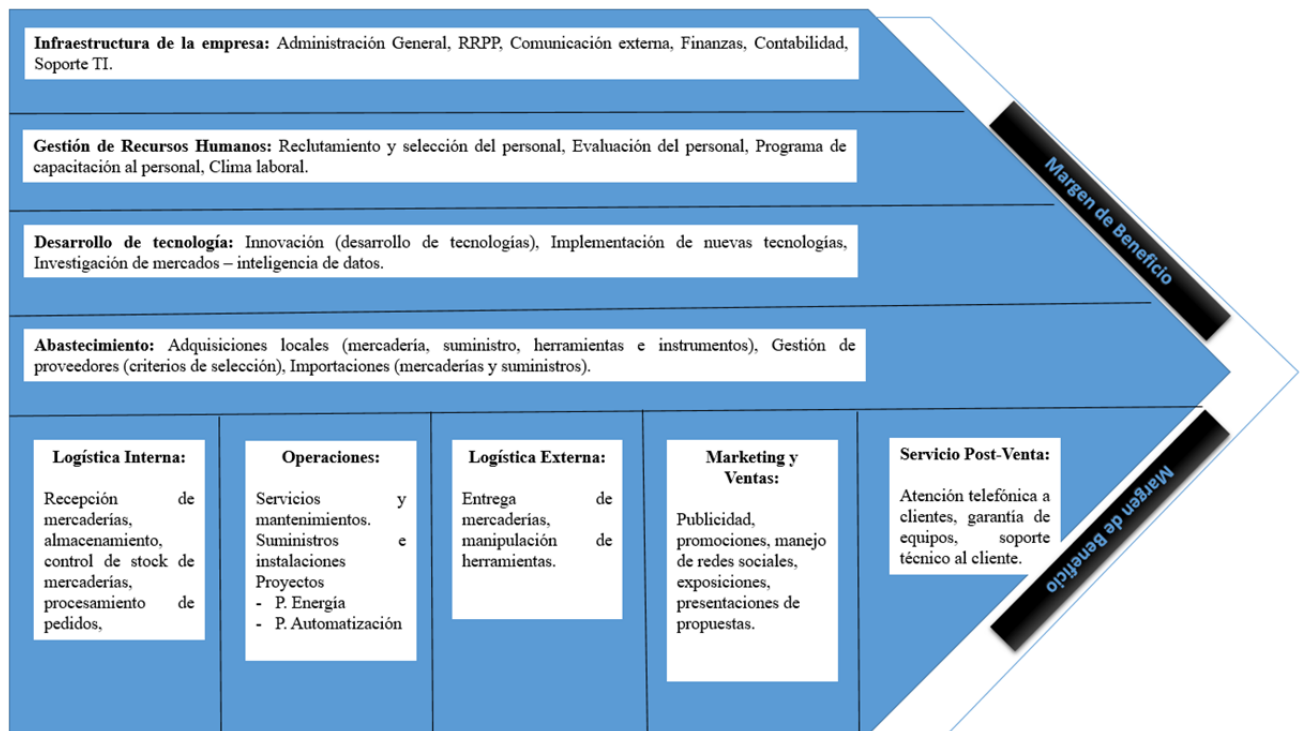
### 3.2 Modelo de negocio actual (CANVAS)



**Figura 30.** Modelo Canvas de la Empresa SERVIMEC

Fuente: (Servimec, 2024)

### 3.3 Mapa del Proceso Actual



**Figura 31.** Mapa del Proceso de la Empresa SERVIMEC

Fuente: (Servimec, 2024)

## CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1 Diseño de la Investigación

#### 4.1.1 Tipo de diseño de investigación

De acuerdo con la teoría estudiada podemos decir que el tipo de diseño son Experimentales porque se va a realizar acciones y después observar los resultados o consecuencias, este tipo tiene 3 subtipos que son Experimentos puros, Cuasiexperimentos y Preexperimental.

Los experimentos puros son considerados el diseño de investigación más exacto, ya que implican un análisis estadístico para confirmar o rechazar una hipótesis. Este tipo de estudios permite establecer una relación de causa-efecto entre las variables dentro del grupo investigado. Los elementos clave incluyen la presencia de un grupo de control y un grupo experimental, una variable que los investigadores pueden modificar y una asignación aleatoria de los participantes.

En cuanto al cuasiexperimento, la diferencia principal respecto al experimento puro radica en el aspecto en que se determina el grupo de control. Aunque se manipula una variable independiente, los participantes no se distribuyen de manera aleatoria. Finalmente, en el diseño pre-experimental, el control es más limitado, ya que no siempre se utiliza un grupo de control o una asignación aleatoria, y suele emplearse en estudios exploratorios iniciales antes de realizar un experimento completo.

Chávez, S. & Esparza, A. & Riosvelasco, L. (2020) sustentan que “el tipo de investigación pre-experimental busca acercarse al fenómeno que estudia, ya sea mediante un estímulo o tratamiento a un grupo determinado para generar hipótesis y luego medir las variables para entender sus efectos”. Los autores indican que es bajo el grado de control cuando se quiere comparar con un diseño experimental.

Después de la referencia bibliográfica de los tipos de investigación, podemos concluir que vuestra investigación es de tipo Preexperimental, ya que se busca medir con indicadores en una preprueba y en una posprueba y comparar los resultados de ambas pruebas y así validar vuestras hipótesis.

#### **4.1.2 Grado de abstracción**

De acuerdo con Cárdenas, Y. (2010) dice que “existen dos tipos de Grado de abstracción de la investigación: Investigación Pura, enfocada a generar mayor teoría por lo que se relaciona solo a generar nuevos conocimientos y no se enfoca en la aplicación práctica; por otro lado, está la Investigación Aplicada, cuyo objetivo principal es poder resolver problemas a través de la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación y así poder aportar al desarrollo científico práctico”.

Según la referencia literaria podemos afirmar que nuestra investigación se clasifica como Investigación Aplicada, debido a que buscamos resolver un problema a través de una aplicación práctica.

#### **4.1.3 Naturaleza**

Según Otero, A. (2018), el enfoque cuantitativo se fundamenta en análisis estadísticos, lo que implica el uso de mediciones numéricas, y emplea la observación del proceso para recopilar y analizar datos con el fin de responder a las preguntas de investigación. El autor señala que este enfoque aborda el problema de manera

específica y bien delimitada, centrando su atención en un tema particular y concluyendo con un marco teórico coherente con la investigación. Además, se formulan hipótesis con el propósito de verificar la validez del estudio y, en caso de que no sean confirmadas, se busca generar mejores explicaciones y nuevas hipótesis.

Según la referencia literaria se puede afirmar que la naturaleza del estudio es un Enfoque Cuantitativo, debido a que se busca medir con indicadores los resultados que se obtuvo en la investigación.

## **4.2 Metodología de implementación de la solución**

Este análisis aborda la problemática en la gestión de proyectos, centrándose específicamente en la gestión presupuestal. Para ello, se realiza una revisión documental de la directriz del Project Management Institute (PMI) y los aportes de diversos autores. Se examinan los procesos, entradas, salidas, y entregables, además de las herramientas aplicables a cualquier tipo de proyecto. Adicionalmente, se analiza el contexto de un centro de datos para desarrollar un sistema de información que facilite la puesta en marcha de un procedimiento de gestión de proyectos. Este sistema debe incluir todos los entregables y la gestión documental necesaria para un proceso eficiente y ordenado. El objetivo es asegurar que la gestión presupuestal esté alineada con las mejores prácticas de la industria, optimizando el uso de los recursos y garantizando el éxito de los proyectos. El análisis de este proyecto abarca una serie de etapas clave en la implementación de una solución para mejorar la eficiencia energética en un centro de procesamiento de datos (CPD), comenzando por un estudio detallado del sitio y culminando en la monitorización y cierre del proyecto. A continuación, se describen las fases principales:

### **4.2.1. Análisis**

En esta fase inicial, el cliente y el equipo de trabajo definen qué CPD será objeto de la intervención, considerando factores como los altos consumos energéticos y la antigüedad del equipamiento (más de 15 años). Se programan visitas para recopilar información, la cual incluye: Inventario del equipo, consumos energéticos de sistemas de climatización y TI, antigüedad y ubicación del equipo, análisis de la

influencia de la climatización y la arquitectura actual del edificio. El resultado de este análisis se presenta en un documento denominado SITE ASSESSMENT, acompañado de un CASO DE NEGOCIO, que describe los beneficios económicos y operacionales antes y después de la solución propuesta. Este informe se presenta al cliente para su aprobación, y una vez aceptado, da inicio formal al proyecto.

#### **4.2.2. Diseño e Ingeniería**

Con la información recopilada, el equipo técnico, junto con especialistas en infraestructuras críticas, diseña la solución propuesta. Se determina el alcance del proyecto y se desarrolla un modelo técnico que define todos los pasos necesarios para implementar la solución, alineando el diseño con los requerimientos energéticos y tecnológicos del CPD.

#### **4.2.3. Gestión de Proyecto**

En esta etapa preliminar, comienza la gestión integral del proyecto, que incluye: Compras y acopio de materiales, tanto locales como internacionales (Italia o China), la gestión de personal: asignación de recursos humanos necesarios para la ejecución del proyecto, la gestión del cronograma: planificación de tiempos y tareas, la gestión de seguridad y salud: control de riesgos durante la implementación y la gestión del alcance: aseguramiento de que el proyecto se mantenga dentro de los parámetros establecidos.

#### **4.2.4. Implementación**

La implementación se inicia con la preparación del sitio, que incluye el desmontaje de equipos obsoletos y la limpieza de las salas. Se reciben los nuevos equipos, que son colocados y conectados eléctrica e hidráulicamente. Una vez instalados, se procede a la puesta en marcha. Durante la implementación, se realizan dos auditorías: una a la mitad del proceso y otra al final, para verificar

la calidad de los trabajos. Una vez que se concluyen las instalaciones, se certifica el trabajo realizado por los instaladores.

#### **4.2.5. Monitorización**

Después de la instalación, se conecta el nuevo equipamiento al sistema de monitorización de la empresa para: visualizar el comportamiento de los equipos, detectar alarmas e incidencias de forma temprana y monitorear los consumos energéticos. Este proceso asegura que el cliente tenga visibilidad del rendimiento del nuevo sistema y permita maximizar los beneficios derivados de la eficiencia energética.

#### **4.2.6. Cierre**

Al comprobarse que todas las unidades están bajo control y funcionando correctamente, se generan informes mensuales de consumo energético. El primer reporte se entrega al cliente junto con la firma del acta de conformidad, que cierra formalmente el proyecto. A partir de este punto, la organización emite reportes mensuales y factura las ganancias derivadas de los ahorros energéticos. Este enfoque integral asegura que el proyecto no solo logre una mejora técnica, sino también un control financiero eficiente, alineado con los objetivos de ahorro energético y rentabilidad para el cliente. Estas herramientas deben ser adaptables a cualquier tipo de proyecto, con enfoque en el sector, para garantizar una gestión eficiente y el cumplimiento de los objetivos presupuestales y operacionales. Este enfoque permite crear un sistema de gestión de proyectos sólido y bien estructurado, adecuado a las necesidades específicas del sector, promoviendo una gestión eficiente de los recursos y asegurando el éxito en la ejecución de proyectos.

### **4.3 Metodología para la medición de resultados de la implementación**

Para medir los resultados del proyecto y garantizar su alineación con los objetivos de eficiencia energética, se utilizarán los indicadores propuestos en las directrices de la norma ISO 50001, como se menciona en el Capítulo II del estudio. Estos indicadores proporcionan

un marco sólido para evaluar el rendimiento energético y los beneficios obtenidos tras la implementación de la solución. A continuación, se presentan los indicadores más relevantes que se desarrollarán con mayor detalle en el Capítulo V.

#### 4.3.1. Indicador de Eficiencia Energética (IEE)

Mide la relación entre el consumo energético y la producción o servicio generado. Este indicador permitirá evaluar cuánto ha mejorado la eficiencia del CPD tras la implementación de las nuevas tecnologías.

$$IEE = \frac{\textit{Producción (output)}}{\textit{Consumo Energético (input)}}$$

- **Producción:** Puede ser la cantidad de bienes o servicios generados (en el caso de un CPD, puede ser la cantidad de datos procesados, horas de operación, etc.).
- **Consumo Energético:** La energía total consumida para producir ese output.

Para los centros de datos se tiene una fórmula más específica para medir la eficiencia.

#### 4.3.2. Consumo Energético Específico (CEE)

Calcula la energía consumida por unidad de actividad, lo que puede incluir datos específicos de sistemas de climatización, equipos TI, entre otros. Este indicador permitirá monitorear los cambios en el uso de energía en áreas clave.

$$CEE = \frac{\textit{Consumo de Energía Total}}{\textit{Producción o Servicio}}$$

- **Consumo Energético Total:** Energía utilizada en una operación o proceso.
- **Producción o Servicio:** Unidades de producción o servicio generado.

### 4.3.3. Ahorro Energético (AE)

Mide la cantidad de energía ahorrada respecto a un escenario base previo a la implementación del proyecto. Este indicador es fundamental para cuantificar los beneficios obtenidos en términos de reducción de consumo.

$$AE = \frac{\text{Consumo Energético Base} - \text{Consumo Energético Actual}}{\text{Consumo Energético Base}} \times 100$$

- Consumo Energético Base: Energía consumida antes de implementar la mejora.
- Consumo Energético Actual: Energía consumida después de la implementación.

### 4.3.4. Reducción de Emisiones de CO2

Evalúa el impacto ambiental del proyecto al medir la disminución en las emisiones de dióxido de carbono derivadas del menor consumo energético.

$$\text{Reducción de CO2} = \text{Ahorro Energético (kWh)} \times \text{Factor de Emisión (kg CO2/kWh)}$$

- Ahorro Energético: Reducción en el consumo energético en kWh.
- Factor de emisión tiene un valor de 0.5, Depende de la fuente de energía (por ejemplo, el factor de emisión de la red eléctrica).

### 4.3.5. Retorno de Inversión Energética (RIE)

Relaciona los ahorros energéticos obtenidos con la inversión realizada en el proyecto, ayudando a evaluar la rentabilidad y viabilidad financiera de la solución Implementada.

$$RIE = \frac{\text{Ahorros Energéticos Anuales (€)}}{\text{Inversión Total (€)}}$$

- Ahorros Energéticos Anuales: Valor económico de la energía ahorrada en un año.
- Inversión Total: Costos totales de implementación de la solución.

### 4.3.6. Tiempo de Recuperación de la Inversión (TRI)

Calcula el tiempo estimado en que se recuperará la inversión inicial mediante los ahorros energéticos logrados.

$$TRI = \frac{\text{Inversión Total (€)}}{\text{Ahorros Energéticos Anuales (€)}}$$

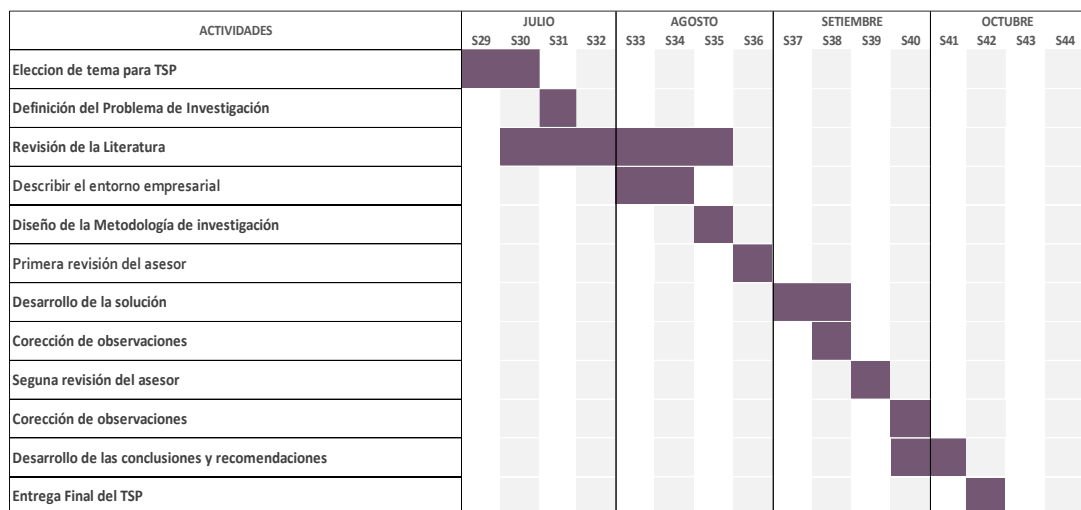
- Inversión Total: Coste de implementar las mejoras energéticas.
- Ahorros Energéticos Anuales: Ahorros generados en un año por la reducción en el consumo energético.

Estos indicadores proporcionarán una visión integral sobre los impactos del proyecto, permitiendo tanto al cliente como al equipo de gestión medir el éxito de la implementación en términos de eficiencia energética, costos y sostenibilidad.

## 4.4 Cronograma de actividades y presupuesto

### 4.4.1. Cronograma de actividades

Para desarrollar un cronograma de actividades para una tesis enfocada en la eficiencia energética en un centro de datos (CPD) se presenta un diagrama de Gantt con el resumen de las actividades que se realizó desde el 20 de julio, fecha de inicio del curso, el cual inicia como semana 29 (S29) en el diagrama y se finalizó la S42 con la entrega al asesor con fecha 24 de octubre.



**Figura 32.** Cronograma de Actividades implementación Proyecto SERVIMEC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

En resumen, el diagrama de Gantt proporciona una visualización clara y estructurada de las actividades programadas para el estudio del proyecto. El proceso completo, desde el planteamiento de la investigación hasta la recolección de información, el tratamiento de los datos y la sustentación de la viabilidad del proyecto tomará un total de 14 semanas. Este cronograma abarca las fases esenciales para asegurar una gestión adecuada del tiempo y recursos, permitiendo un seguimiento detallado del progreso en cada etapa del estudio, lo que facilita una evaluación clara de su viabilidad.

#### 4.4.2. Presupuesto

En el cuadro de los costos y gastos la conexión a internet y uso de laptop, estos rubros no se contabilizan explícitamente en el presupuesto, es importante mencionarlos como recursos personales que fueron utilizados. Movilidad y extracción de información, se refleja un pequeño costo de S/50 relacionado con el traslado y la obtención de datos en la empresa.

#### Presupuesto Estimado

Descripción	Costo (S/)
Conexión a internet	Inversión propia (no contabilizada)
Uso de equipo de trabajo (laptop)	Inversión propia (no contabilizada)
Movilidad	50
Extracción de información de la empresa	50

**Total: S/ 100**

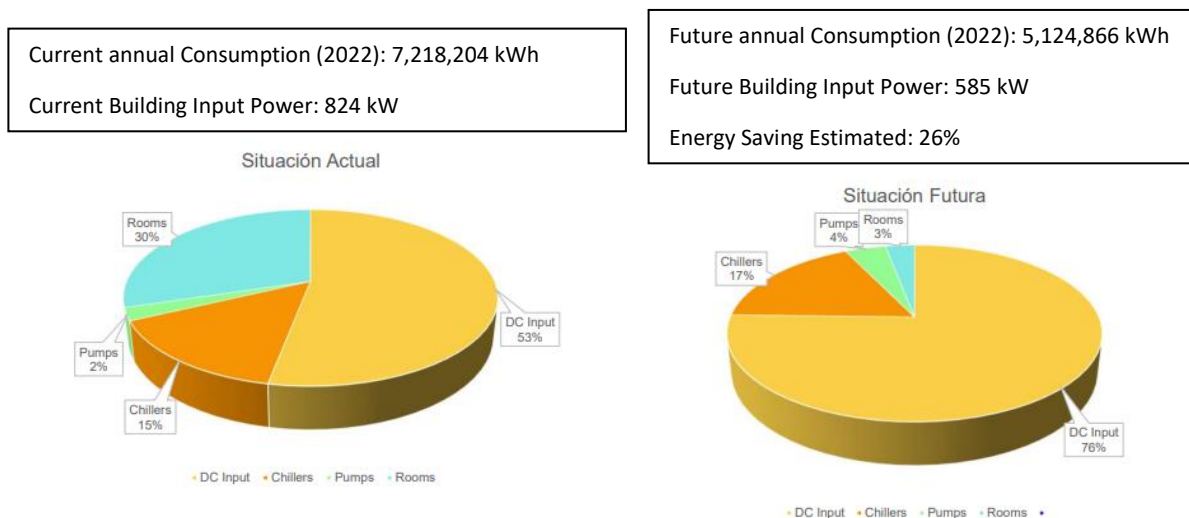
**Figura 33.** Presupuesto Estimado del Proyecto SERVIMEC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

## CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

### 5.1 Propuesta solución

La propuesta para la implementación de un modelo de servicio de eficiencia energética en centros de datos se basa en el ciclo de gestión de proyectos "ESaaS" (*Energy Savings as a Service*). Este modelo se centra en la optimización del consumo energético a través de la integración de metodologías de gestión como PMBOK y la norma ISO 50001, alineándose con los esfuerzos de empresa privada para mejorar la eficiencia energética y reducir la huella de carbono en sus operaciones. Se propone realizar un estudio de ingeniería en los centros de datos nivel nacional comprometiendo que la solución permita el ahorro de energía a través de nuevo equipamiento de climatización, rediseño de sus salas, apagado de equipos, correcciones de distribución de aire, y evaluando la influencia de los equipos de climatización en cada sala, entre otros. Los activos se brindarán al cliente bajo contrato de alquiler durante 10 años y la ganancia recibida será equivalente a el ahorro logrado multiplicado por a una tarifa acordada, siendo esta menor que la que se paga actualmente. Así mismo, SERVIMEC propone gestionar y monitorizar las unidades de climatización permitiendo el correcto funcionamiento del centro de datos. Como se detalló en el apartado del planteamiento del problema, la inversión realizada por parte del cliente es nula. En el año 2022, se desarrolló un piloto, en donde se logró reducir el consumo de energía anual en un 26% aproximadamente, en la siguiente imagen se muestra el detalle del piloto realizado en el año mencionado.



**Figura 34.** Desenvolvimiento del Piloto desarrollado en el 2022

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

El piloto estaba conformado por una sala TX Nueva compuesta por 5 equipos, 2 de ellos de la marca Slutz, de agua refrigerada, presentando un desequilibrio entre la potencia instalada y la carga térmica existente. En este piloto, se realizó el reemplazo de los equipos DX por equipos nuevos de agua refrigerada, en donde, de esta manera, se extendía el círculo del agua desde los picajes presentes en el falso suelo. También, como parte de la implementación, se realizó el traslado de dos unidades M66UC, que eran procedentes de la Sala PSDL S1 de la organización. Los equipos que fueron parte de la implementación incluían ventiladores EC, que proporcionaba una mejor distribución del aire. Se pudo observar que el consumo anual absorbida por el clima de la sala implementada fue de 443,080 kw, en donde se logró un ahorro anual de 2GWh, lo cual representa un consumo aproximado de 500 habitantes. A partir del antecedente de este piloto, se toma como modelo el desarrollo para la construcción del proyecto propuesto en la presente investigación.

## **5.1.1 Planeamiento y descripción de Actividades**

### **5.1.1.1 Diagrama de Ishikawa**

Se identifica que el alto consumo de energía, del centro de datos en estudio, ubicado en la ciudad de Lima, Perú, es consecuencia del clima y otros factores ambientales que imponen una mayor carga sobre la infraestructura de TI, los cuales resultan factores para tener en consideración en el presente estudio. Es por ello, que en el presente apartado de la investigación se analiza las causas del alto consumo energético mediante el diagrama de Ishikawa, en donde se categoriza las posibles causas en cinco áreas clave: Materiales, Métodos, Maquinaria, Personal y Entorno.



**Figura 35.** Diagrama Ishikawa del Proyecto SERVIMEC SAC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

Categorías Principales (espaldas del diagrama):

#### 5.1.1.1 Materiales

- Cables eléctricos de baja eficiencia: Uso de cables con una alta resistencia, lo que provoca pérdida de energía.
- Baterías de respaldo ineficientes: Sistemas UPS (fuentes de alimentación ininterrumpida) con baja eficiencia energética.
- Sistemas de refrigeración obsoletos: Utilización de refrigerantes antiguos que no optimizan el enfriamiento ni el consumo de energía.
- Equipos no energéticamente eficientes: Uso de servidores, discos duros y componentes que no tienen certificaciones de eficiencia energética (como Energy Star).

#### 5.1.1.2 Métodos

- Mala gestión de la capacidad: Sobredimensionamiento de recursos (tener servidores encendidos sin necesidad).
- Falta de virtualización: No implementar técnicas de virtualización para consolidar servidores y reducir el número de máquinas físicas.

- Prácticas de enfriamiento ineficaces: No usar estrategias de enfriamiento eficiente como pasillos fríos y calientes.
- Monitoreo energético inadecuado: Falta de sistemas de control y monitoreo continuo para optimizar el consumo de energía.

#### **5.1.1.1.3 Maquinaria**

- Servidores obsoletos: Uso de servidores antiguos que consumen más energía en comparación con los equipos modernos.
- Sistemas de enfriamiento ineficientes: Equipos de aire acondicionado o sistemas HVAC con bajo rendimiento energético.
- UPS de baja eficiencia: Sistemas de respaldo eléctrico que no aprovechan de forma óptima la energía almacenada.
- Fuentes de alimentación ineficaces: Equipos con fuentes de alimentación que no regulan adecuadamente el consumo de energía.

#### **5.1.1.1.4 Personal**

- Falta de capacitación: El personal técnico no tiene conocimientos sobre la eficiencia energética ni sobre cómo optimizar el uso de los equipos.
- Mala planificación operativa: No existe un plan claro para minimizar el consumo energético durante los momentos de baja demanda.
- Falta de conciencia sobre el ahorro de energía: El personal no está sensibilizado sobre la importancia de reducir el consumo energético en sus tareas diarias.
- No seguimiento de mejores prácticas: Falta de implementación de prácticas recomendadas para el uso y mantenimiento eficiente de los equipos.

#### **5.1.1.1.5 Entorno**

- Altas temperaturas exteriores: El clima cálido de Lima incrementa la demanda de los sistemas de refrigeración para mantener una temperatura óptima.
- Humedad alta: La necesidad de deshumidificación para proteger los equipos incrementa el consumo energético.

- Interrupciones en el suministro eléctrico: La necesidad de usar generadores o fuentes de respaldo aumenta el consumo de energía.
- Condiciones de infraestructura: Diseño ineficiente del edificio que no favorece la ventilación ni el aislamiento térmico.
- Este diagrama identifica los factores clave que pueden influir en el alto consumo de energía en un centro de datos y proporciona una visión estructurada para encontrar soluciones en cada categoría.

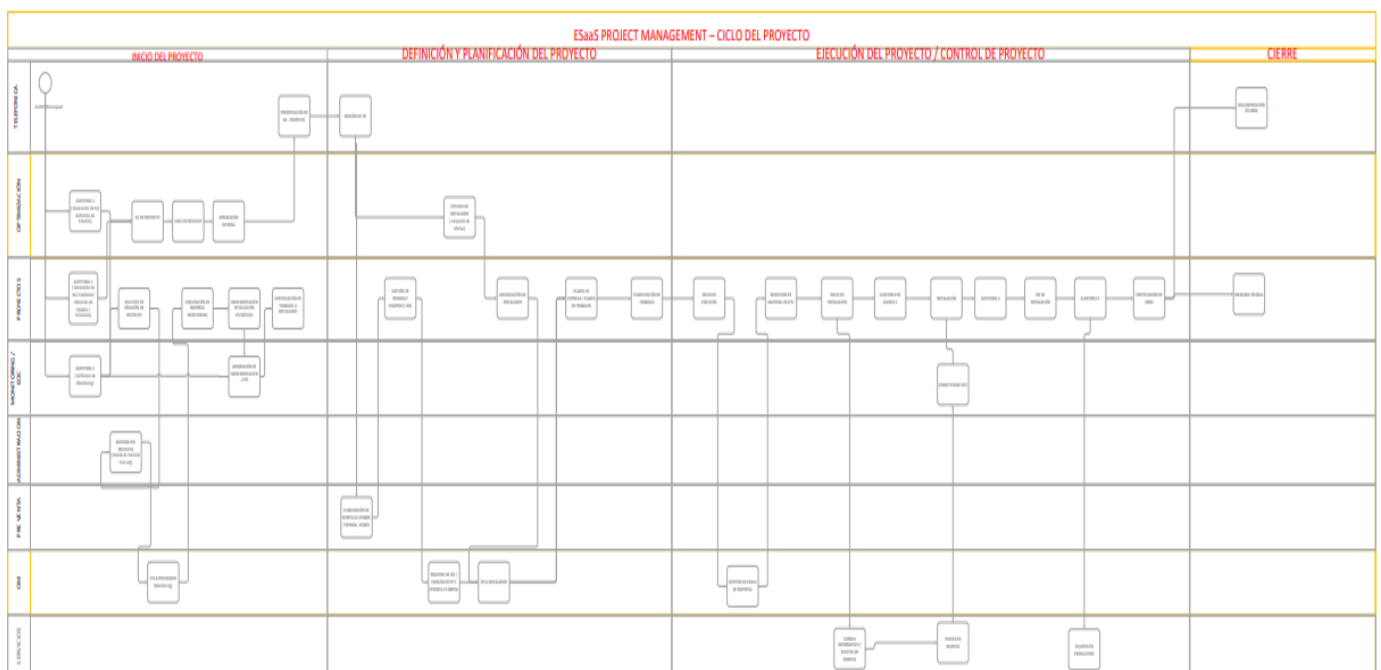
**CICLO DE VIDA DEL PROYECTO: (FLUJOGRAMA)**

Etapa de Inicio del proyecto:

Involucrados:

- Cliente
- Área de Proyectos
- Área de Optimización y Desarrollo
- Administración
- Área Técnica
- Área Logística

El flujograma describe las actividades y entregables durante el ciclo de vida del proyecto:



**Figura 36.** Flujograma del Proyecto SERVIMEC SAC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

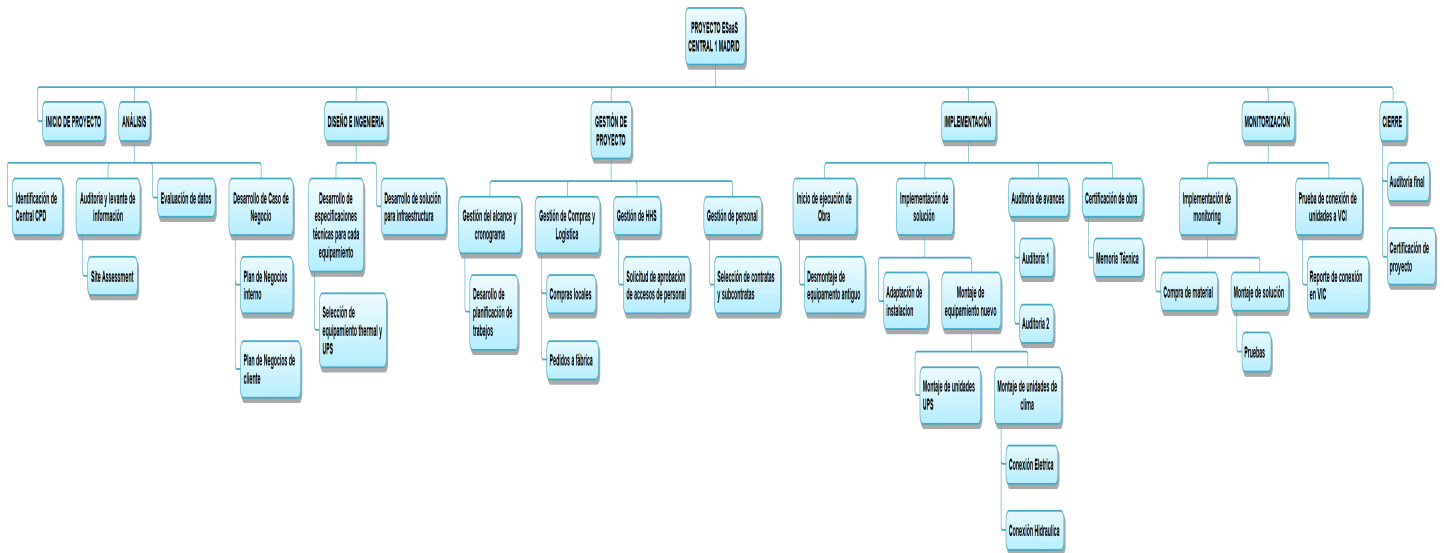
### 5.1.2 Desarrollo de actividades. Aplicación de herramientas de solución

A continuación, se muestra el EDT para la implementación del modelo “Proyecto CENTRAL CPD 1”. Los tasks asignados para cada etapa de del proyecto, con fechas de inicio y duración son los siguientes:

	WBS	Name	Durat...	Start	Finish
1	<b>1</b>	<b>PROYECTO ESaaS CENTRAL 1 MADRID</b>	<b>174d</b>	<b>30/08/2024</b>	<b>30/04/2025</b>
2	1.1	INICIO DE PROYECTO	0d	30/08/2024	30/08/2024
3	<b>1.2</b>	<b>ANÁLISIS</b>	<b>29d</b>	<b>30/08/2024</b>	<b>9/10/2024</b>
4	1.2.1	Identificación de Central CPD	7d	6/09/2024	16/09/2024
5	<b>1.2.2</b>	<b>Auditoria y levante de información</b>	<b>10d</b>	<b>17/09/2024</b>	<b>30/09/2024</b>
6	1.2.2.1	Site Assessment	10d	17/09/2024	30/09/2024
7	1.2.3	Evaluación de datos	5d	30/08/2024	5/09/2024
8	<b>1.2.4</b>	<b>Desarrollo de Caso de Negocio</b>	<b>7d</b>	<b>1/10/2024</b>	<b>9/10/2024</b>
9	1.2.4.1	Plan de Negocios interno	7d	1/10/2024	9/10/2024
10	1.2.4.2	Plan de Negocios de cliente	7d	1/10/2024	9/10/2024
11	<b>1.3</b>	<b>DISEÑO E INGENIERIA</b>	<b>15d</b>	<b>10/10/2024</b>	<b>30/10/2024</b>
12	<b>1.3.1</b>	<b>Desarrollo de especificaciones técnicas par</b>	<b>10d</b>	<b>17/10/2024</b>	<b>30/10/2024</b>
13	1.3.1.1	Selección de equipamiento thermal y UPS	10d	17/10/2024	30/10/2024
14	1.3.2	Desarrollo de solución para infraestructura	5d	10/10/2024	16/10/2024
15	<b>1.4</b>	<b>GESTIÓN DE PROYECTO</b>	<b>67d</b>	<b>31/10/2024</b>	<b>31/01/2025</b>
16	<b>1.4.1</b>	<b>Gestión del alcance y cronograma</b>	<b>7d</b>	<b>31/10/2024</b>	<b>8/11/2024</b>
17	1.4.1.1	Desarrollo de planificación de trabajos	7d	31/10/2024	8/11/2024
18	<b>1.4.2</b>	<b>Gestión de Compras y Logística</b>	<b>60d</b>	<b>11/11/2024</b>	<b>31/01/2025</b>
19	1.4.2.1	Compras locales	15d	11/11/2024	29/11/2024
20	1.4.2.2	Pedidos a fábrica	60d	11/11/2024	31/01/2025
21	<b>1.4.3</b>	<b>Gestión de HHS</b>	<b>10d</b>	<b>11/11/2024</b>	<b>22/11/2024</b>
22	1.4.3.1	Solicitud de aprobación de accesos de persc	10d	11/11/2024	22/11/2024
23	<b>1.4.4</b>	<b>Gestión de personal</b>	<b>12d</b>	<b>11/11/2024</b>	<b>26/11/2024</b>
24	1.4.4.1	Selección de contratas y subcontratas	12d	11/11/2024	26/11/2024
25	<b>1.5</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>103d</b>	<b>27/11/2024</b>	<b>18/04/2025</b>
26	<b>1.5.1</b>	<b>Inicio de ejecución de Obra</b>	<b>10d</b>	<b>3/02/2025</b>	<b>14/02/2025</b>
27	1.5.1.1	Desmontaje de equipamiento antiguo	10d	3/02/2025	14/02/2025
28	<b>1.5.2</b>	<b>Implementación de solución</b>	<b>73d</b>	<b>27/11/2024</b>	<b>7/03/2025</b>
29	1.5.2.1	Adaptación de instalacion	5d	27/11/2024	3/12/2024
30	<b>1.5.2.2</b>	<b>Montaje de equipamiento nuevo</b>	<b>15d</b>	<b>17/02/2025</b>	<b>7/03/2025</b>
31	1.5.2.2.1	Montaje de unidades UPS	10d	17/02/2025	28/02/2025
32	<b>1.5.2.2.2</b>	<b>Montaje de unidades de clima</b>	<b>15d</b>	<b>17/02/2025</b>	<b>7/03/2025</b>
33	1.5.2.2.2.	Conexión Eletrica	15d	17/02/2025	7/03/2025
34	1.5.2.2.2.	Conexión Hidraulica	15d	17/02/2025	7/03/2025
35	<b>1.5.3</b>	<b>Auditoria de avances</b>	<b>20d</b>	<b>10/03/2025</b>	<b>4/04/2025</b>
36	1.5.3.1	Auditoria 1	10d	10/03/2025	21/03/2025
37	1.5.3.2	Auditoria 2	10d	24/03/2025	4/04/2025
38	<b>1.5.4</b>	<b>Certificación de obra</b>	<b>10d</b>	<b>7/04/2025</b>	<b>18/04/2025</b>
39	1.5.4.1	Memoria Técnica	10d	7/04/2025	18/04/2025
40	<b>1.6</b>	<b>MONITORIZACIÓN</b>	<b>13d</b>	<b>11/11/2024</b>	<b>27/11/2024</b>
41	<b>1.6.1</b>	<b>Implementación de monitoring</b>	<b>8d</b>	<b>11/11/2024</b>	<b>20/11/2024</b>
42	1.6.1.1	Compra de material	3d	11/11/2024	13/11/2024
43	<b>1.6.1.2</b>	<b>Montaje de solución</b>	<b>5d</b>	<b>14/11/2024</b>	<b>20/11/2024</b>
44	1.6.1.2.1	Pruebas	5d	14/11/2024	20/11/2024
45	<b>1.6.2</b>	<b>Prueba de conexión de unidades a VCI</b>	<b>5d</b>	<b>21/11/2024</b>	<b>27/11/2024</b>
46	1.6.2.1	Reporte de conexión en VIC	5d	21/11/2024	27/11/2024
47	<b>1.7</b>	<b>CIERRE</b>	<b>8d</b>	<b>21/04/2025</b>	<b>30/04/2025</b>
48	1.7.1	Auditoria final	1d	21/04/2025	21/04/2025
49	1.7.2	Certificación de proyecto	7d	22/04/2025	30/04/2025

**Figura 37.** Descripción de las Actividades del Proyecto SERVIMEC SAC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)



**Figura 38.** EDT del Proyecto SERVIMEC SAC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

Como se puede apreciar, el proyecto tiene una duración total de 174 días. Se consideró también un horario laboral de lunes a viernes de 08:00 a 17:00 con una hora de refrigerio.

### 5.1.2.1 Estimación de la Ruta Crítica

Network Chart View:

El gráfico estima la ruta crítica, lo muestra la ruta con líneas rojas, esto se define como los cuadrantes que no tienen holgura. El total de días en la RUTA CRÍTICA es la suma de los días que conforman la ruta, en este caso es un total de 174 días. Esto se debe a la dependencia de las compras a fábrica y el periodo tan extenso de importación de las unidades. Sin este suministro no se puede continuar con la ejecución del proyecto.

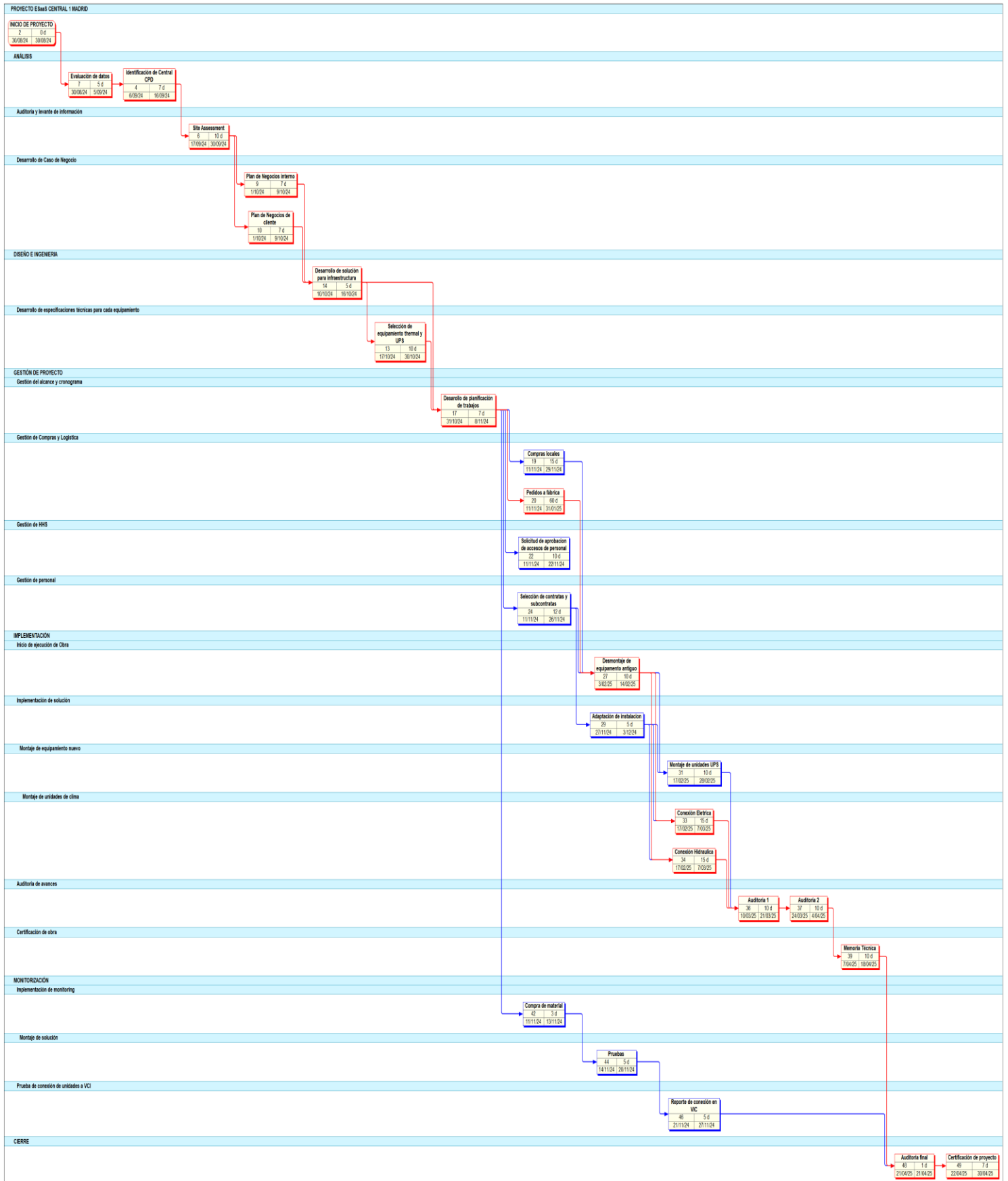


Figura 39. Network Chart View del Proyecto SERVIMEC SAC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

## 5.2 Medición de la solución

### 5.2.1 Análisis de Indicadores cuantitativo y/o cualitativo

#### 5.2.1.1. CAPEX

Para este proyecto el CAPEX viene definido en equipamiento/activos que se suministrarán en formato leasing/alquiler en cada centro de datos, material de conexión, equipos de energía ininterrumpida y monitorización. Como servicios se detalla el desarrollo e ingeniería del proyecto, comisionado y trabajos de instalación de las unidades.

#### PRESUPUESTO CAPEX

PROYECTO: EFICIENCIA ENERGÉTICA

Rev.:  
Fecha:

Item	Descripción de Item - COSTO DIRECTO	Unidad	Cant.	% Factor	Total	Labor Construcción		Equipos		Materiales		Total en US\$	Notas
						P.U.	Sub Total US\$	P.U.	Sub Total US\$	P.U.	Sub Total US\$		
<b>A</b>	<b>PROCURA POR OWNER</b>											<b>890,888.20</b>	
1.0	<b>EQUIPOS Y MATERIALES</b>						0.00	805,046.00		15,842.20		<b>820,888.20</b>	
1.1	<b>Civil/Estructural</b>						0.00	0.00		0.00		<b>0.00</b>	
1.1.1.1	Material	m2	100.0	3%	103	-	0.0	-	0.0	4.0	0.00	0.00	
1.2	<b>Equipamiento de Climatización en edificio</b>						0.00	525,000.00		3,750.00		<b>528,750.00</b>	
1.2.1	<b>Equipos</b>						0			0		<b>0</b>	
1.1.2.01	Equipo de Clima P1082	UND	5	0%	5.0		105,000.0	525,000		0		525,000	
1.2.2	<b>Tuberías &amp; Accesorios</b>						0	0		0		<b>0</b>	
1.2.2.1	Material de instalación de unidad (KITmontaje)	UND	15	0%	15.0		0	0	250.00	3,750		3,750	
1.3	<b>Equipamientos de UPS/SAI en edificio</b>						0.00	275,700.00		8,126.70		<b>283,826.70</b>	
1.3.1	<b>Equipos</b>						0.00	183,000.00		0		<b>183,000.00</b>	
1.3.1.1	UPS EXL 400KVA	und	2.0	3%	2.06		45,000.00	92,700.00	0.0	0.00		92,700.00	
1.3.2	<b>Materiales Eléctricos</b>						0	0		0		<b>0</b>	
1.3.2.1	Material de instalación de unidad (KITmontaje)	gib	2.0	3%	2.06		0.00	0.00	3,000.0	6,180.00		6,180.00	
1.3.3	<b>Sistema de control PLC</b>						0.00	0.00		0.00		<b>0.00</b>	
1.3.3.1	KIT PLC	und	7.0	3%	7.21		0.00	0.00	0.00	270.0	1,946.70	1,946.70	
1.4	<b>Monitorización</b>						0.00	4,346.00		3,965.50		<b>8,311.50</b>	
1.4.1	<b>Instrumentos y Equipos</b>						0.00	0.00		0.00		<b>0.00</b>	
1.4.1.2	<b>Hardware</b>	und	40.0	3%	41		0.00	106.0	4,346	-	0.0	4,346.00	
1.4.2	<b>Cables</b>						0.00	0.00		0.00		<b>0.00</b>	
1.4.2.1	Cableado de conexión	m	700.0	3%	721		-	0.00	-	5.5	3,965.50	3,965.50	
2.0	<b>SERVICIOS</b>						70,000.00	0.00		0.00		<b>70,000.00</b>	
2.01	Ingeniería del proyecto y Documentación Comisionado y Puesta en Marcha de Equipos (mecánica, eléctrica e Instrumentación)	EA	1.0	0%	1.00	55,000.00	55,000.00	0.00	0.00	0.00		55,000.00	
2.02		EA	1.0	0%	1.00	15,000.00	15,000.00	0.00	0.00	0.00		15,000.00	
<b>B</b>	<b>EJECUCION POR CONTRATISTA</b>						6,000.00	70,500.00		0.00		<b>76,500.00</b>	
1.0	<b>ACTIVIDADES GENERALES</b>											<b>0.00</b>	
1.1	<b>Trabajos provisionales preliminares</b>											<b>0.00</b>	
1.1.1	Seguridad en Obra	UND	3.00	0%	1,000	5,000.00	5,000.00	0.00	0.00	0.00		5,000.00	
1.1.2	Trazo, Niveles y Replanteo	UND	3.00	0%	1,000	1,000.00	1,000.00	0.00	0.00	0.00		1,000.00	
1.1.3	Retiro de unidades antiguas	KG	3,000.00	0%	3,000.00	0.00	0.00	15.00	45,000.00	0.00		45,000.00	
1.1.4	Reciclaje	KG	2,500.00	2%	2,550.00	0.00	0.00	10.00	25,500.00	0.00		25,500.00	
<b>SUB TOTAL COSTO DIRECTO US \$</b>							<b>76,000.00</b>	<b>875,546.00</b>		<b>15,842.20</b>		<b>967,388.20</b>	
<b>COSTO INDIRECTO</b>													
1.0	<b>COSTOS INDIRECTOS DE LA CONTRATISTA</b>					15%	11,400.00	0.00		0.00		11,400.00	
2.0	<b>COSTOS INDIRECTOS DE CONSTRUCCIÓN</b>					5%	3,800.00	0.00		0.00		3,800.00	
3.0	<b>SEGURO DE CONSTRUCCION CAR</b>					3.0%	2,280.00	0.00		0.00		2,280.00	
4.0	<b>INSTALACIONES TEMPORALES</b>					2.0%	1,520.00	0.00		0.00		1,520.00	
5.0	<b>UTILIDAD</b>					5%	3,800.00	0.00		0.00		3,800.00	
6.0	<b>REPRESENTATES DE VENDEDORES COMISIONADO</b>					2%	0.00	0.00		0.00		0.00	
7.0	<b>REPUESTO PARA PUESTA EN MARCHA</b>					2%	0.00	0.00		0.00		0.00	
8.0	<b>FLETE Y TRANSPORTE DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>					2%	0.00	0.00		0.00		0.00	
<b>C</b>	<b>SUB TOTAL COSTO INDIRECTO US \$</b>						<b>22,800.00</b>	<b>0.00</b>		<b>0.00</b>		<b>22,800.00</b>	
<b>RESUMEN</b>													
1.0	<b>COSTO DIRECTO (A + B)</b>						76,000.00	875,546.00		15,842.20		967,388.20	
2.0	<b>COSTO INDIRECTO (C)</b>						22,800.00	0.00		0.00		22,800.00	
<b>C</b>	<b>SUBTOTAL</b>						98,800.00	875,546.00		15,842.20		990,188.20	
<b>D</b>	<b>CONTINGENCIA DEL PROYECTO</b>			10%			9,880.00	87,554.60		1,584.22		99,018.82	
<b>COSTO TOTAL US \$</b>							<b>108,680.00</b>	<b>963,100.60</b>		<b>17,426.42</b>		<b>1,089,207.02</b>	

Figura 40. CAPEX del Proyecto SERVIMEC SAC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

## RESUMEN CAPEX

WBS	DESCRIPCION	LABOR	SUMINISTRO	SUMINISTRO	COSTO TOTAL
		CONSTRUCCION	EQUIPOS	MATERIALES	
		US\$	US\$	US\$	US\$
	<b>PROCURA</b>	-	805,046	15,842.2	<b>890,888.2</b>
	Civil & Estructuras	-	-	-	-
	Equipamiento de Climatizacion	-	525,000	3,750	528,750
	Equipamiento UPS		275,700	8,127	283,827
	Monitorizacion	-	4,346	3,966	8,312
	Servicios	70,000			70,000
	<b>EJECUCION POR CONTRATISTA</b>	6,000.0	70,500.0	-	<b>76,500.0</b>
	<b>GENERALES</b>	6,000.00	70500	0	70500
	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>967,388</b>
	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>22,800</b>
	<b>COSTOS DEL DUEÑO</b>				
	<b>CONTINGENCIA DEL PROYECTO (10%)</b>				<b>99,018.82</b>
	<b>COSTO TOTAL US \$</b>				<b>1,089,207.02</b>

Figura 41. Resumen CAPEX del Proyecto SERVIMEC SAC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

### 5.2.1.2. OPEX

Dentro de los gastos operativos tenemos el mantenimiento anual de las unidades en los centros de datos, ya que continúan siendo de propiedad de la empresa y es parte de lo acordado con el cliente. Por otro lado, se encuentran los gastos correspondientes a las operaciones, gastos de personal administrativo y mantenimiento.

N° Documento :	Elaborado por:
Proyecto: Eficiencia energetica - proyecto piloto	Fecha:
N° Proyecto:	Revisión:

### RESUMEN OPEX

COSTO PROMEDIO ANUAL	UNID	
CONSUMO DE ENERGÍA	US\$/año	2,583
LABOR PROMEDIO	US\$/año	231,106
MANTENIMIENTO Y REPUUESTOS DE EQUIPOS PROMEDIO	US\$/año	12,761

<b>SUB- TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN (ref.)</b>	US\$/año	246,450
<b>BUFFER</b>	20.0%	49,290
<b>TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN PROMEDIO (ref.)</b>	US\$/año	295,740

<b>COSTO OPERACIÓN ANUAL (MINIMO)</b>	US\$	252,103
<b>COSTO OPERACIÓN ANUAL (MAXIMO)</b>	US\$	336,583
<b>Tasa de descuento (%)</b>	%	10
<b>COSTO OPERACIÓN TOTAL (10 AÑOS)</b>	US\$	2,034,166

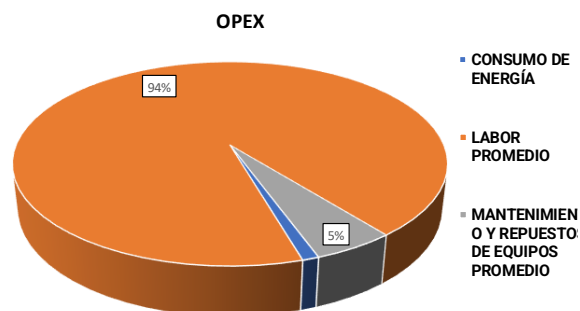


Figura 42. Resumen OPEX del Proyecto SERVIMEC SAC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

**RESUMEN OPEX**

N° Documento:	0											Elaborado por:
Proyecto:	Eficiencia energetica - proyecto piloto											Fecha:
N° Proyecto:	IN23C04											Revisión:

	Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>PRECIOS UNITARIOS</b>												
<b>REPUESTOS Y MANTENIMIENTO</b>	USDS/año	2,239	4,478	6,716	8,955	3,807	13,433	15,672	17,910	20,149	22,388	24,627
<b>Mantenimiento de Equipo Clima</b>												
Costo Total de Adquisición de Equipos	USD\$	528,750	528,750	528,750	528,750	528,750	528,750	528,750	528,750	528,750	528,750	528,750
Factor Depreciación anual	9.09%	48,068	48,068	48,068	48,068	48,068	48,068	48,068	48,068	48,068	48,068	48,068
Vida útil	11.00	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Valor actual		480,682	432,614	384,545	336,477	288,409	240,341	192,273	144,205	96,136	48,068	0
% Repuestos y Mantenimiento	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	0	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%
Costo Total	USDS/año	1,442	2,884	4,326	5,768	2,403	8,652	10,094	11,536	12,978	14,420	15,863
<b>Mantenimiento Equipos UPS</b>												
Costo Total de Adquisición de Equipos criticos	USD\$	283,827	283,827	283,827	283,827	283,827	283,827	283,827	283,827	283,827	283,827	283,827
Factor de Valor residual	9.09%	25,802	25,802	25,802	25,802	25,802	25,802	25,802	25,802	25,802	25,802	25,802
Vida útil	11.00	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Valor actual		258,024	232,222	206,419	180,617	154,815	129,012	103,210	77,407	51,605	25,802	0
% Repuestos y Mantenimiento	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	0	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%
Costo Total	USDS/año	774	1,548	2,322	3,096	1,290	4,644	5,419	6,193	6,967	7,741	8,515
<b>Mantenimiento de Equipos de Monitorizacion</b>												
Costo Total de Adquisición de Equipamento e instalacion	USD\$	8,312	8,312	8,312	8,312	8,312	8,312	8,312	8,312	8,312	8,312	8,312
Factor de Valor residual	9.09%	756	756	756	756	756	756	756	756	756	756	756
Vida útil	11.00	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Valor actual		7,556	6,800	6,045	5,289	4,534	3,778	3,022	2,267	1,511	756	0
% Repuestos y Mantenimiento	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	0	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%
Costo Total	USDS/año	22,7	45	68	91	113	136	159	181	204	227	249
<b>SUB-TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN</b>	USDS/año	210,086	216,690	223,385	230,174	229,671	244,040	251,121	258,305	265,592	272,985	280,486
<b>CONTINGENCIA (20%)</b>	USD\$	42,017	43,338	44,677	46,035	45,934	48,808	50,224	51,661	53,118	54,597	56,097
<b>TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN</b>	USD\$	252,103	260,028	268,062	276,208	275,605	292,848	301,346	309,966	318,710	327,582	336,583
Tasa de descuento (%)		10%										
Costos de operación, Valor Presente		2,034,166										
<b>TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN PROMEDIO</b>		292,640										

**RESUMEN OPEX**

N° Documento:	Eficiencia energetica - proyecto piloto		Elaborado por:	Ninibeth Azabache
Proyecto:	1		Fecha:	
N° Proyecto:			Revisión:	

**Labor**

Personal	Unidad	Sueldo Base	Periodo	Salario	# Operarios	USD/y	Observaciones
	US\$/tiempo	US\$/año	dias/año	US\$/año			
<b>Proyecto:</b>							
<b>Administración</b>							
Asistente de compras	US\$/año	45,000	365	45,625	3	136,875.00	
	US\$/año	0	180	-	0	0	
	US\$/año	0	180	-	0	0.00	
	US\$/año	0	180	-	0	0.00	
<b>Operación</b>							
Supervisión	US\$/año	0	180	-	0	0.00	
Capataz	US\$/año	0	180	-	0	0.00	
Operario	US\$/año	0	180	-	0	0	
Ayudante	US\$/año	0	180	-	0	0.00	
<b>Mantenimiento</b>							
Responsable Tecnico	US\$/año	45,000	365	45,625	3	136,875	
Supervisor de Obra	US\$/año	40,000	365	40,556	1	40,555.56	
Operario	US\$/año	35,000	365	35,486	2	70,972.22	
Ayudante	US\$/año	30,000	365	30,417	1	30,416.67	
<b>Total</b>					<b>10</b>	<b>415,694.44</b>	

**RESUMEN OPEX**

N° Documento:	Eficiencia energetica - proyecto piloto		Elaborado por:	
Proyecto:			Fecha:	
N° Proyecto:			Revisión:	

**Energía**

Equipo	Cantidad	Potencia	Turno	Periodo	Energía	Costos total, USD/y	Observaciones
	EA	kW	h/d	dias/año	US\$/kW-h		
	2						
Herramientas electricas de reparacion	2	175	3	60	0.082	2,583.00	1 op + 1 stan by
	0						
	0						
<b>Total</b>	<b>2</b>					<b>2,583.00</b>	

**Figura 43. Resumen OPEX del Proyecto SERVIMEC SAC**

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

### 5.2.1.3. VAN

Para desarrollar el VAN del proyecto se ha analizado la demanda de unidades de climatización del sector, así como la capacidad de la empresa para producir estas unidades. Considerando que en un centro de datos se puede contar con hasta 100 unidades de climatización, hacemos referencia a CPDs de medio tamaño, podemos estimar aproximadamente cuantos centros de datos podemos abarcar en la región. Análisis de producción de equipos de clima en la Fabrica propia:

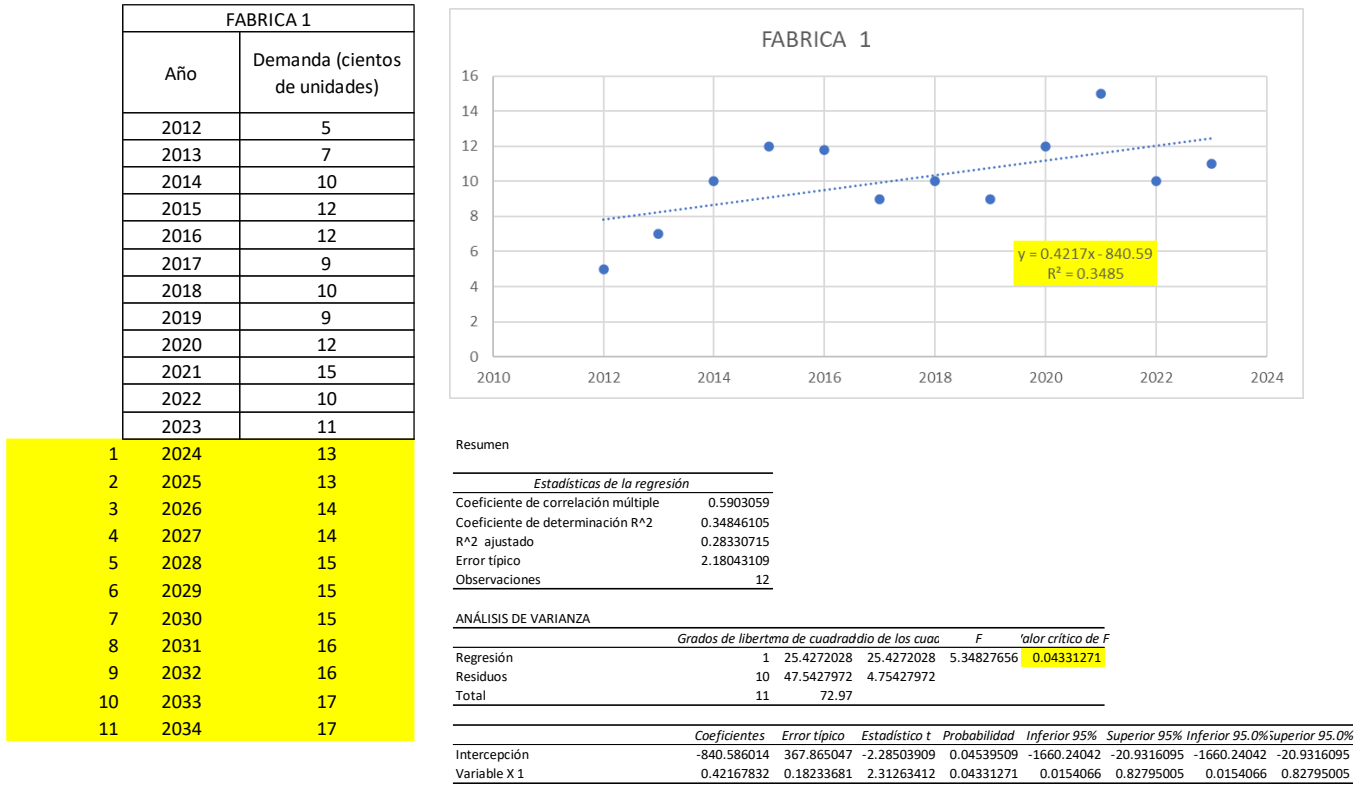
Fabrica 1: Estadístico Fisher menor a 5%. Si el error Fisher esta debajo del 5% el valor es válido, de lo contrario no lo es.

FABRICA 1	
Año	Demanda (cientos de unidades)
2012	5
2013	7
2014	10
2015	12
2016	12
2017	9
2018	10
2019	9
2020	12
2021	15
2022	10
2023	11

**Figura 44.** Demanda por Año de la Fábrica 1 del Proyecto SERVIMEC SAC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

El estadístico Fisher es mayor a 5%, por lo que aplicamos la proyección haciendo uso de la data histórica de Fábrica 1.



**Figura 45.** Análisis de la Demanda de la Fábrica 1 Proyecto SERVIMEC SAC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

Fábrica 2: El análisis lo realizamos recopilando información de producción de empresas del sector:

FABRICA 2	
Año	Demanda (cientos de unidades)
2012	11
2014	12
2016	6
2018	10
2020	7
2022	6
2023	9

**Figura 46.** Demanda por Año de la Fábrica 2 del Proyecto SERVIMEC SAC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.57356554
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.32897743
R <sup>2</sup> ajustado	0.19477291
Error típico	2.18052155
Observaciones	7

ANÁLISIS DE VARIANZA

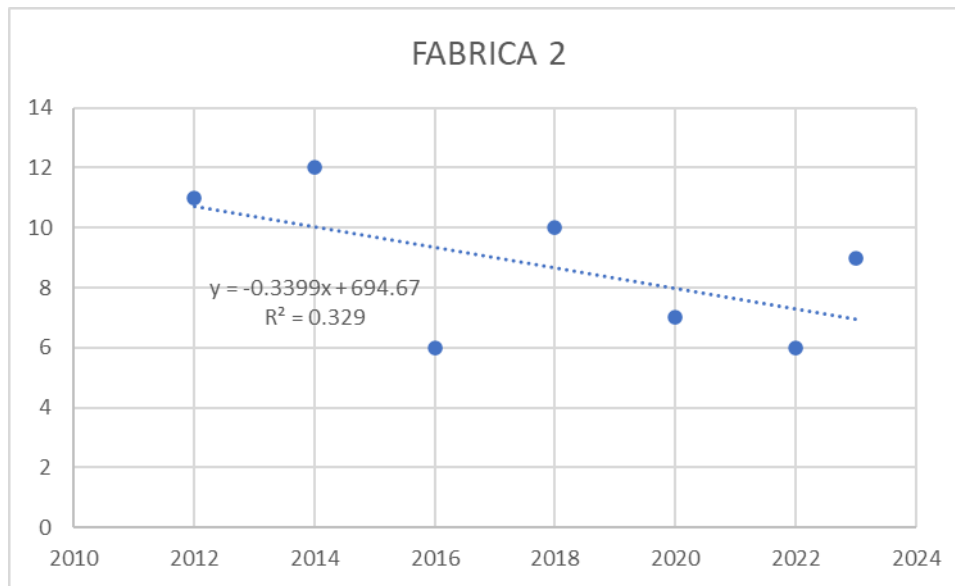
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrado	F	Valor crítico de F
Regresión	1	11.6552003	11.6552003	2.45131418	0.178202402
Residuos	5	23.7733711	4.75467422		
Total	6	35.4285714			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	694.671388	438.125204	1.5855545	0.17369727	-431.5653019	1820.90808	-431.565302	1820.90808
Variable X 1	-0.33994334	0.21712361	-1.56566733	0.1782024	-0.898077352	0.21819067	-0.89807735	0.21819067

**Figura 47.** Análisis de la Demanda de la Fábrica 2 Proyecto SERVIMEC SAC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

El comportamiento es como se muestra a continuación:



**Figura 48.** Comportamiento de la Demanda de la Fábrica 2 Proyecto SERVIMEC SAC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

Se emplea la demanda proyectada de los datos de la primera fábrica ya que el estadístico Fisher es mayor a 5% a diferencia de la fábrica 2.

<b>COK:</b>	10.5%
<b>Capacidad:</b>	16 CIENTOS DE UNIDADES

<b>Costo de equipo de clima</b>	25000	US\$/und
<b>Venta de equipo clima</b>	28000	US\$/und

Años	Demanda	Ingreso	Costo OPEX	Costo equipo	Cost. Trans & seguros	Flujo
0	1,089,207					- 1,193,290.34
1	1293	36,206,240	252,103	32,327,000	3,232,700.0	394,437
2	1335	37,387,000	260,027	33,381,250	3,338,125.0	407,598
3	1377	38,567,760	268,062	34,435,500	3,443,550.0	420,648
4	1420	39,748,520	276,208	35,489,750	3,548,975.0	433,587
5	1462	40,929,280	275,605	36,544,000	3,654,400.0	455,275
6	1504	42,110,040	292,848	37,598,250	3,759,825.0	459,117
7	1546	43,290,800	304,346	38,652,500	3,865,250.0	468,704
8	1588	44,471,560	309,966	39,706,750	3,970,675.0	484,169
9	1630	44,800,000	318,710	40,761,000	4,076,100.0	- 355,810
10	1673	44,800,000	327,582	41,815,250	4,181,525.0	- 1,524,357
11	1715	44,800,000	336,583	42,869,500	4,286,950.0	- 2,693,033

<b>VAN:</b>	<b>376,425</b>
<b>VAN/Inversión</b>	<b>32%</b>

Para un tiempo estratégico de 11 años

**Figura 49.** Resultados del Análisis VAN del Proyecto SERVIMEC SAC

Fuente: (Elaboración Propia, 2024)

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**Eficiencia Energética como Prioridad Estratégica:** La implementación del modelo de servicio de eficiencia energética en el centro de datos de la empresa Servimec fue fundamental para reducir el consumo energético, reducir la huella de carbono y realizar una mejora en la sostenibilidad operativa, especialmente considerando la creciente demanda de servicios digitales.

**Enfoque Metodológico Integral:** La integración de PMBOK y ISO 50001 faculta gestionar el proyecto de manera sistemática, estructurada y eficiente, minimizando riesgos y maximizando resultados en cada etapa del ciclo de vida del proyecto.

**Beneficios de la Optimización Energética:** La optimización de sistemas de climatización y la implementación de tecnologías avanzadas, como la virtualización, generan ahorros significativos en consumo energético y mejoran la competitividad del sector tecnológico alineándose con tendencias internacionales hacia la sostenibilidad.

**Modelo de Negocio Canvas:** La aplicación del modelo Canvas permite visualizar claramente los componentes del modelo de servicio, asegurando que se aborden los requerimientos del cliente y se optimicen los recursos necesarios para garantizar la viabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

**Medición de la Solución:** Para la medición de la solución se realizó el análisis de los indicadores cuantitativos, en donde usando el CAPEX se obtuvo un costo de labor de 106,680 dólares, en lo respecta a los costos de los equipos se obtuvo un valor de 963,100.60 y en materiales de 17,426.42, obteniendo un costo total del proyecto de 1'089,207.02 dólares. En lo que respecta al OPEX se obtuvo un costo total de operaciones 2,034,166 dólares. También se analizó el VAN en donde se obtuvo el valor de 376,425 dólares para un tiempo estratégico de 11 años.

Los centros de datos, particularmente los medianos y grandes, consumen cantidades significativas de energía, especialmente debido a la operación constante de los equipos de TI (servidores, almacenamiento y redes) y los sistemas de refrigeración. En climas como el

de Lima, donde la variación estacional afecta la demanda de refrigeración, este consumo puede variar considerablemente entre verano e invierno.

Dada la geografía y el clima de Lima, la refrigeración es uno de los principales factores que incrementan el consumo energético, particularmente en los meses de verano. Durante esta estación, los sistemas de enfriamiento representan hasta el 50% del consumo total de energía en algunos centros de datos.

El PUE promedio en muchos centros de datos es de alrededor de 1.8, lo que sugiere que aproximadamente el 80% de la energía se utiliza para algo distinto a los equipos TI, principalmente en sistemas de enfriamiento y soporte eléctrico. Centros de datos más avanzados logran un PUE de 1.2 o menos, lo que indica una gestión energética mucho más eficiente.

En Lima, el consumo energético de los sistemas de climatización es significativamente mayor en verano, lo que resalta la importancia de ajustar las estrategias de gestión energética estacionalmente para maximizar la eficiencia en todo el año.

## **Recomendaciones**

**Capacitación Continua y Actualización:** Establecer programas de formación continua para el personal involucrado en la gestión de energía y tecnología de la información, asegurando su conocimiento de buenas prácticas y tecnologías emergentes en eficiencia energética.

**Monitoreo y Control en Tiempo Real:** Implementar sistemas de monitoreo y control en *real time* para realizar la optimización del rendimiento de equipos y sistemas de climatización y realizar ajustes dinámicos que maximicen la eficiencia energética.

**Evaluación Periódica del Desempeño Energético:** Realizar auditorías energéticas periódicas, alineadas con los estándares de la norma ISO 50001, para evaluar el desempeño de las medidas implementadas y asegurar la mejora continua.

**Alianzas Estratégicas para la Innovación:** Establecer alianzas con proveedores de tecnología y servicios energéticos que ofrezcan soluciones innovadoras y personalizadas para facilitar la implementación de mejoras y acelerar la transformación hacia centros de datos más eficientes.

**Gestión de Proyectos Holística:** Utilizar enfoques de gestión de proyectos que consideren la eficiencia energética, rentabilidad económica e impacto ambiental para asegurar decisiones sostenibles en todos los aspectos.

**Cultura Organizacional Sostenible:** Fomentar una cultura organizacional que valore y priorice la sostenibilidad, involucrando a todos los niveles en la misión de reducir el consumo energético y contribuir al bienestar ambiental.

Se recomienda invertir en tecnologías avanzadas de refrigeración, como sistemas de enfriamiento evaporativo, aislamiento térmico de las salas de servidores, y flujo de aire optimizado. Estas medidas ayudarán a reducir el impacto de las altas temperaturas en verano y mejorar la eficiencia energética general.

Es fundamental que el centro de datos implemente sistemas de gestión de infraestructura (DCIM) que permitan monitorizar continuamente el consumo energético y el PUE. Establecer metas claras de reducción de PUE mediante la optimización de la distribución de energía y la reducción del consumo en sistemas no relacionados con los equipos TI, como la refrigeración.

Para climas como el de Lima, se debe planificar y ajustar las estrategias de consumo energético de acuerdo con las estaciones del año. En invierno, aprovechar las condiciones ambientales más frías para reducir la necesidad de climatización, aplicando sistemas de enfriamiento natural o ventilación.

Realizar un análisis regular del inventario de equipos TI para identificar aquellos que tienen una baja eficiencia energética y reemplazarlos con versiones más modernas y eficientes. Los servidores y dispositivos de almacenamiento de alta eficiencia pueden reducir significativamente el consumo energético.

Explorar la posibilidad de integrar fuentes de energía renovable, como la energía solar, para cubrir parte del consumo energético, particularmente durante los meses de mayor demanda (verano). Lima tiene un clima favorable para el uso de paneles solares, lo que podría contribuir a la sostenibilidad energética del centro de datos.

Involucrar a todo el personal del centro de datos en prácticas de eficiencia energética, promoviendo un uso responsable de la energía. La implementación de políticas internas de ahorro energético puede contribuir a una reducción significativa del consumo.

## Referencias Bibliográficas

- Aguilar, Y., Ortega, J. (2021). *Aplicación de la guía PMBOK 6ta edición para la gestión de proyectos de sistemas de energía fotovoltaica, conectado a la red pública de servicio eléctrico. Caso: Granja avícola de la Provincia de El Oro, Ecuador*. Obtenido de: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2446/5418>
- Arroyo, I., Enríquez, W., Paredes, R., Ramos, J., Yataco, J. (2020). *Diseño y construcción de la habilitación urbano industrial del Complejo Maderero de Pucallpa*. [Tesis de Magister, Universidad ESAN]. Repositorio Institucional de la Universidad Esan. Obtenido de: <https://repositorio.esan.edu.pe/server/api/core/bitstreams/41af63ed-a0bb-46ec-ba61-0c9567406d1c/content>
- Briseño, A. (2012). *Optimización Energética en Datacenters: Método y Aplicación*. [Tesis de Magister, Instituto Tecnológico de Monterrey]. Repositorio Institucional del Instituto Tecnológico de Monterrey. Obtenido de: <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/571035?show=full>
- BBVA (2024). *¿Qué es la eficiencia energética y cómo se calcula?*. Obtenido de: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-eficiencia-energetica-y-como-se-calcula/>
- Cad & lan (s.f.). *Eficiencia energética, el corazón de los data centers modernos*. Obtenido de: <https://www.cadlan.com/noticias/eficiencia-energetica-en-data-centers/>
- Canvia (2023). *Data Center: ¿Qué es y cuáles hay en el Perú?* Obtenido de: <https://www.canvia.com/data-center/>
- Cárdenas, Y. (2010). *Tipos de Investigación*. Obtenido de: <https://es.slideshare.net/YACARLA/tipos-de-investigacion-5638190>
- Chávez V., S.M., Esparza del V., Ó.A. y Riosvelasco M., L. (2020). *Diseños preexperimentales y cuasiexperimentales aplicados a las ciencias sociales y a la educación*. Enseñanza e Investigación en Psicología, 2(2), 167-178.
- Copenhagen Centre on Energy Efficiency (2020). *Centro de datos: Central de la Digitalización y Potencial de eficiencia energética*. Obtenido de: <https://unepccc.org/wp-content/uploads/sites/3/2020/10/data-centres-digitalisation-powerhouse-and-energy-efficiency-potential-es.pdf>
- Coquillat, M. (2024). *Guía PMBOK: Qué es y por qué es necesaria en la Gestión de Proyectos de Construcción*. Obtenido de: [https://editeca.com/guia-pmbok-que-es-gestion-de-proyectos-de-construccion/#Que es la guía PMBOK](https://editeca.com/guia-pmbok-que-es-gestion-de-proyectos-de-construccion/#Que%20es%20la%20guia%20PMBOK)
- Deltapowersolutions (2024). *Eficiencia del Centro de Datos y medición del “PUE”*. Obtenido de: <https://www.deltapowersolutions.com/es-co/mcis/white-paper-datacenter-efficiency-and-pue-measurement.php>
- Equinix (s.f.). *¿Por qué elegir los centros de datos de Lima?*. Obtenido de: <https://www.equinix.es/data-centers/americas-colocation/peru-colocation/lima-data-centers>

- García, L., Valencia, J., Monroy, J., Trinidad, P., Suarez, R., Navarrete, D (2020). *Aplicación del estándar del PMBOOK para determinar la factibilidad económica en un proyecto de tecnología termosolar*. Obtenido de:  
<http://remcid.utgz.edu.mx/Archivos/ArticulosActualizados/Vol1/6.%20APLICACION%20DEL%20ESTANDAR.pdf>
- Huaranga, R. (2020). *Aplicación de los estándares del PMBOK 6ta edición en la gestión de proyectos de inversión pública Invierte.pe, Perú 2018*. Tesis de Grado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional de la Universidad Continental. Obtenido de:  
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8059/2/IV\\_FIN\\_108\\_TI\\_Huaranga\\_Cristobal\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8059/2/IV_FIN_108_TI_Huaranga_Cristobal_2020.pdf)
- ISO (2024). *ISO 50001:2011(es) Sistemas de gestión de la energía — Requisitos con orientación para su uso*. Obtenido de:  
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:50001:ed-1:v1:es>
- ISO (2024). *ISO 50001:2011(es) Guía ISO 50001 V8*. Obtenido de:  
<https://drive.google.com/file/d/1OBbFU1XgjCcUt4r8gt79EVubc-oLsHAY/view>
- Marketing Digital. *Qué es PMBOK en gestión de proyectos*. Obtenido de:  
<https://www.isdi.education/es/blog/que-es-pmbok-en-gestion-de-proyectos>
- NQA Organismo de Certificación Global (2024). *Gestión de la Energía ISO 50001*. Obtenido de: <https://www.nqa.com/es-es/certification/standards/iso-50001>
- Otero Ortega, A. (2018). *Enfoques de Investigación*. Researchgate. Obtenido de:  
[https://www.researchgate.net/publication/326905435\\_ENFOQUES\\_DE\\_INVESTIGACION](https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION)
- Project Management Institute (2013). *Procesos de la dirección de proyectos*. En *Guía de los fundamentos en la dirección de proyectos: guía del PMBOK* (pp.47-61) (589p.) (5a ed).
- Ramos, Z. (2019). *Gestión de Proyectos Aplicando el PMBOK para mejorar la productividad en la empresa Electricidad & Tecnología SAC – Chiclayo 2028*. Obtenido de:  
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6440>
- Rodríguez, M. (2016). *ISO 50001: Sistema de Gestión Energética*. Obtenido de:  
<https://geoinnova.org/blog-territorio/iso-50001-sistema-de-gestion-energetica/>
- Rodríguez, N. (2023). *PMBOK: qué es, para qué sirve, fases y herramientas*. Obtenido de:  
<https://blog.hubspot.es/sales/que-es-pmbok>
- Servimec (2024). Obtenido de: <https://servimec.com.pe/>
- Stackscale (2024). *Eficiencia energética en centros de datos*. Obtenido de:  
<https://www.stackscale.com/es/blog/medidas-eficiencia-energetica-centros-de-datos/>