



**UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ  
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADOS, MAESTRÍAS Y DOCTORADOS**

**PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MÁSTER EN GERENCIA DE  
PROYECTOS EN LA UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ**

**AUMENTO A CARGA INSTALADA EN 100KVA EN CENTRO DE DATOS**

**POR  
RODRIGO URIETA  
CÉDULA 9-730-2406  
MOISÉS SÁNCHEZ  
CÉDULA 8-869-1848**

**ASESORA  
PROFESORA MAGDA PANAITESCU**

**PANAMÁ 2024**

**Declaración Jurada:** Rodrigo Urieta



## **UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ**

### **DECLARACIÓN JURADA**

Yo, Rodrigo Joaquín Urieta Ábrego, con cédula de identidad personal número, 9-730-2406, estudiante graduando del programa/carrera de Maestría en Gestión de Proyectos, declaro bajo la gravedad del juramento que el material que aparece en este trabajo de graduación, en la opción: Proyecto Final, es de mi producción intelectual, por lo cual exonero a la Universidad Latina de Panamá de cualquier responsabilidad relacionada con este aspecto.

Para que conste, firmo la presente declaración el día 17 del mes de Nov del año 2025.

Firma del estudiante \_\_\_\_\_

Cédula 9-730-2406

**Declaración Jurada:** Moisés Sánchez



## **UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ**

### **DECLARACIÓN JURADA**

Yo, Moisés Samuel Sánchez Rengifo con cédula de identidad personal número, 8-869-1848, estudiante graduando del programa/carrera de Maestría en Gestión de Proyectos, declaro bajo la gravedad del juramento que el material que aparece en este trabajo de graduación, en la opción: Proyecto Final, es de mi producción intelectual, por lo cual exonero a la Universidad Latina de Panamá de cualquier responsabilidad relacionada con este aspecto.

Para que conste, firmo la presente declaración el día 17 del mes de Nov del año 2025.

Firma del estudiante

Cédula 8-869-1848

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'MSR', written over a horizontal line.

## Contenido

### CAPÍTULO I FUNDAMENTACIÓN

1.1. Antecedentes y descripción del proyecto .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación del proyecto.....	4
1.4. Objetivo .....	4
1.5. Alcance, proyección y límite del proyecto.....	5
1.6. Impacto, beneficios y/o resultados esperados .....	6
1.7. Perfil del Proyecto .....	6
1.8. Matriz de Interesados .....	10

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Factores Técnicos, Estratégicos y Operacionales a Considerar .....	12
2.2. Sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) .....	17
3. Metodología.....	24
3.1. Enfoques de gestión de proyectos .....	24
3.2. Project Management Book of Knowledge (PMBok) .....	25
3.2.1 Principios Rectores.....	25
3.2.1.1.Principios de Gestión .....	25
3.2.1.2.Principios de Liderazgo.....	26
3.2.2.Dominios de Desempeño.....	27
3.3. Metodología aplicada a la Gestión del proyecto .....	28
4. PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO .....	31
4.1. Descripción del plan de gestión.....	31
4.2. Cronograma de actividades.....	32
4.3. Presupuesto .....	36
4.3.1.Costo de reserva .....	39
4.4. Matriz de Interesados .....	42
4.5. Matriz y mapa de riesgos.....	44
4.6. Matriz de comunicación.....	62
4.7. Plan de Calidad .....	65
<b>CONCLUSIONES</b> .....	71
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	72
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	73
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b> .....	75

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Ilustración 1</b> El Data Center de Clayton está ubicado en La Ciudad del Saber, Calle Pullen, Edificio 217 - Clayton, Ciudad de Panamá. ....	1
<b>Ilustración 2</b> Certificaciones Tier III de la infraestructura del Data Center en Clayton. Foto de la pagina del Uptime Institute. ....	2
<b>Ilustración 3</b> Topología típica para centros de datos certificados TIER III .....	5
<b>Ilustración 4</b> Mapa de Prioridades del Proyecto .....	10
<b>Ilustración 5</b> Mapa de Relevancia de Interesados .....	11
<b>Ilustración 6</b> <i>Evolución del consumo eléctrico en el centro de Datos de TIGO el rango de los valores de la carga IT total se muestran en el gráfico secundario (a la derecha)</i> .....	12
<b>Ilustración 7</b> <i>Esquema de topologías N, N+1, 2N</i> .....	14
<b>Ilustración 8</b> <i>Tipos de perturbaciones eléctricas y capacidad de mitigación según tecnología UPS.</i> .....	19
<b>Ilustración 9</b> <i>Principios del PMBoK séptima edición</i> .....	27
<b>Ilustración 10</b> Dominios de Desempeño del PMBoK séptima edición .....	28
<b>Ilustración 11</b> Flujo de tareas bajo la metodología cascada.....	29
<b>Ilustración 12</b> Plantilla para el registro de riesgos del proyecto .....	62
<b>Ilustración 13</b> <i>Plantilla para el Manejo de Comunicación durante los Proyectos</i> .....	64
<b>Ilustración 14</b> <i>Formulario para el Protocolo de Revisión de Entrega de Proyectos para los Centros de Datos.</i> .....	70

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Perfil del Proyecto de Ampliación.....	6
<b>Tabla 2</b> Matriz de Gestión de Interesados .....	10
<b>Tabla 3</b> Sinergia entre metodología Cascada y prácticas del PMBoK séptima edición .....	30
<b>Tabla 4</b> Alineación de fases del proyecto con dominios y entregables claves .	31

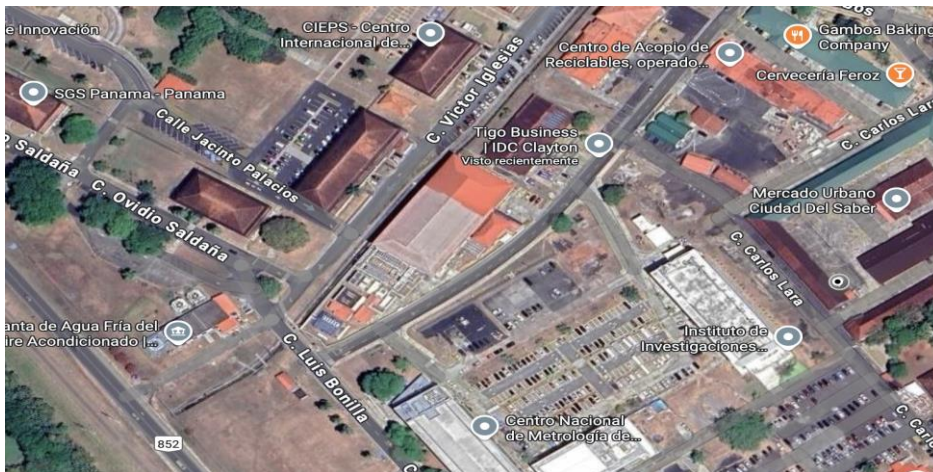
<b>Tabla 5</b> Estructura de descomposición del trabajo del proyecto (EDT) .....	33
<b>Tabla 6</b> Desglose de Costos del proyecto.....	37
<b>Tabla 7</b> Desglose de reserva.....	40
<b>Tabla 8</b> Presupuesto final del proyecto .....	42
<b>Tabla 9</b> Matriz de Gestión de interesados.....	43
<b>Tabla 10</b> Matriz RACI de actividades claves de calidad del proyecto .....	43
<b>Tabla 11</b> Matriz de descomposición de riesgos .....	45
<b>Tabla 12</b> Causas, respuestas y condiciones .....	46
<b>Tabla 13</b> Matriz de calificación simple .....	48
<b>Tabla 14</b> Matriz cuantitativa de riesgos .....	50
<b>Tabla 15</b> Ocurrencia de los riesgos en el ciclo de vida del proyecto.....	53
<b>Tabla 16</b> Factor de anticipación de los riesgos en el ciclo de vida del proyecto .....	54
<b>Tabla 17r</b> Respuestas para riesgo humano .....	58
<b>Tabla 18-</b> Respuestas para riesgo técnico.....	59
<b>Tabla 19-</b> Respuestas para riesgo económico .....	60
<b>Tabla 20-</b> Respuestas para riesgo externo .....	61
<b>Tabla 21-</b> Matriz de comunicación.....	63
<b>Tabla 22-</b> Actividades de Control y Aseguramiento de la Calidad .....	66
<b>Tabla 23</b> Indicadores de desempeño.....	67
<b>Tabla 24</b> KPIs aplicables.....	69

## CAPÍTULO I FUNDAMENTACIÓN

### 1.1. Antecedentes y descripción del proyecto

Ciudad del Saber es un complejo de innovación ubicado en Clayton, Ciudad de Panamá, que reúne instituciones académicas, científicas, empresariales y organismos internacionales en un entorno colaborativo orientado al conocimiento, la tecnología y el desarrollo sostenible. Este campus, desarrollado en las antiguas instalaciones de la base militar de Clayton, se ha consolidado como un punto estratégico para proyectos tecnológicos y de transformación digital en la región.

Con una inversión aproximada de 14 millones de dólares, el IDC ofrece servicios de hospedaje a empresas que buscan establecer presencia en Latinoamérica, sin importar su proveedor de telecomunicaciones. Según declaraciones de Luis La Rocca, entonces gerente general de Telecarrier, estas instalaciones estaban concebidas como un sitio neutral, accesible a cualquier compañía interesada en soluciones de infraestructura tecnológica de alto nivel.



**Ilustración 1** El Data Center de Clayton está ubicado en La Ciudad del Saber, Calle Pullen, Edificio 217 - Clayton, Ciudad de Panamá

Durante el transcurso de su vida, el Centro de Datos ha sido sometido a expansiones planificadas que han aumentado de forma controlada la capacidad, tanto eléctrica como de refrigeración del edificio. Durante su última expansión en el 2017, que le aseguró el importante certificado de TIER III, Cable Onda, bajo la marca Telecarrier, trabajó de la mano con su proveedor local de energía eléctrica

para aumentar su capacidad eléctrica entregada en 2MW, añadiendo un nuevo brazo eléctrico que generó un valor agregado a sus clientes, brindándole un nivel de redundancia adicional 2N.

Este centro de datos, certificado como Tier III por el Uptime Institute, ofrece actualmente una disponibilidad del 99.982% y proporciona un alto nivel de seguridad para el hospedaje de sistemas, aplicaciones y procesos de misión crítica. Con servicios de gestión ajustados a las necesidades del cliente y una resistencia comprobada a sismos, huracanes y otras amenazas naturales. El Data Center de TIGO se posiciona entonces, como un pilar fundamental en la región para la continuidad operativa y la innovación tecnológica.



**Ilustración 2** Certificaciones Tier III de la infraestructura del Data Center en Clayton. Foto de la página del Uptime Institute.

Por lo anteriormente dicho, un proyecto de expansión de carga es el siguiente escalón en la constante batalla de TIGO como proveedor de servicios para constantemente brindar un servicio de calidad y confiabilidad esperado. Esta expansión no solo responde a las crecientes demandas de los clientes, sino que también refuerza la posición de TIGO como líder en la industria de telecomunicaciones en la región. Los principales interesados de un proyecto de expansión de tal magnitud son los clientes nuevos (Business-to-Business), que requieren un servicio confiable; el departamento de Data Center, que necesita garantizar que la infraestructura pueda respaldar la carga crítica con el nivel de confiabilidad certificada; el Departamento de Ingeniería, encargado de implementar mejoras; y los inversores, que buscan asegurar la viabilidad financiera y el retorno de inversión. Patterson et al. (2013) discuten la gestión de

la capacidad en los centros de datos, enfocándose en cómo manejar la carga y asegurar la estabilidad del servicio, lo cual es relevante para la expansión de la capacidad eléctrica y la identificación de interesados.

## **1.2. Planteamiento del problema**

El Centro de Datos (IDC) de TIGO, ubicado en Ciudad del Saber, actualmente opera al límite de su capacidad instalada de 1188 kW. Aunque la infraestructura está diseñada para soportar hasta 4000 amperios, factores técnicos como el calibre de los cables, la capacidad de los interruptores principales (IPs) y configuraciones heredadas de expansiones anteriores, han limitado el aprovechamiento total del sistema eléctrico.

Esta situación representa una barrera crítica para atender la creciente demanda de servicios digitales, particularmente de clientes corporativos que requieren entornos de alta disponibilidad y escalabilidad. Frente a competidores que, si bien no poseen certificaciones internacionales como Tier III, ofrecen disponibilidad energética inmediata, TIGO enfrenta el reto de mantener su liderazgo tecnológico sin comprometer la calidad y continuidad de sus operaciones.

Como solución inmediata, se ha diseñado una mejora técnica que permitirá elevar la capacidad instalada a 1290 kW. Esta ampliación se logrará mediante la incorporación de un nuevo par de UPS de 100 kW y la optimización del sistema actual, incluyendo el cambio de cableado y ajustes en los interruptores principales. Esta adecuación representa el último esfuerzo dentro del sistema estructural definido como Fase I, sobre el cual se ha obtenido la certificación vigente del Uptime Institute.

Con la culminación de esta mejora se cierra operativamente la Fase I del proyecto, permitiendo iniciar posteriormente, una Fase II como iniciativa separada, destinada a futuras expansiones que requerirán planificación independiente y posiblemente nuevos procesos de certificación. Este enfoque modular asegura una transición ordenada y permite mantener los más altos estándares operativos, garantizando la sostenibilidad y escalabilidad del centro de datos.

### **1.3. Justificación del proyecto**

La acelerada adopción de tecnologías como inteligencia artificial, big data, computación en la nube, servicios de video en alta resolución, internet de las cosas (IoT) y plataformas digitales de misión crítica, ha generado una presión creciente sobre la infraestructura energética de los centros de datos. En este entorno, el Centro de Datos de TIGO en Ciudad del Saber enfrenta una limitación operativa: su sistema eléctrico, con una capacidad máxima de 2000 amperios, ha alcanzado el tope técnico de 1188 kW, restringiendo su capacidad de respuesta ante nuevas demandas.

La mejora propuesta —que incluye la incorporación de un UPS adicional de aproximadamente 100 kW y adecuaciones al sistema eléctrico existente— permitirá alcanzar una capacidad de 1290 kW. Esta intervención representa la última optimización posible dentro del marco estructural de la Fase I, sobre la cual se sustenta la certificación Tier III vigente. Su ejecución no solo responde a una necesidad operativa inmediata, sino que también habilita la transición hacia una Fase II independiente, concebida para futuras expansiones de mayor envergadura.

Desde una perspectiva estratégica, esta mejora permite sostener la competitividad del centro de datos frente a otros actores del mercado que, aunque no cuenten con certificaciones internacionales, ofrecen disponibilidad energética inmediata. Además, contribuye a la sostenibilidad operativa al reducir riesgos asociados a sobrecargas, mejorar la eficiencia energética y optimizar el uso de recursos existentes.

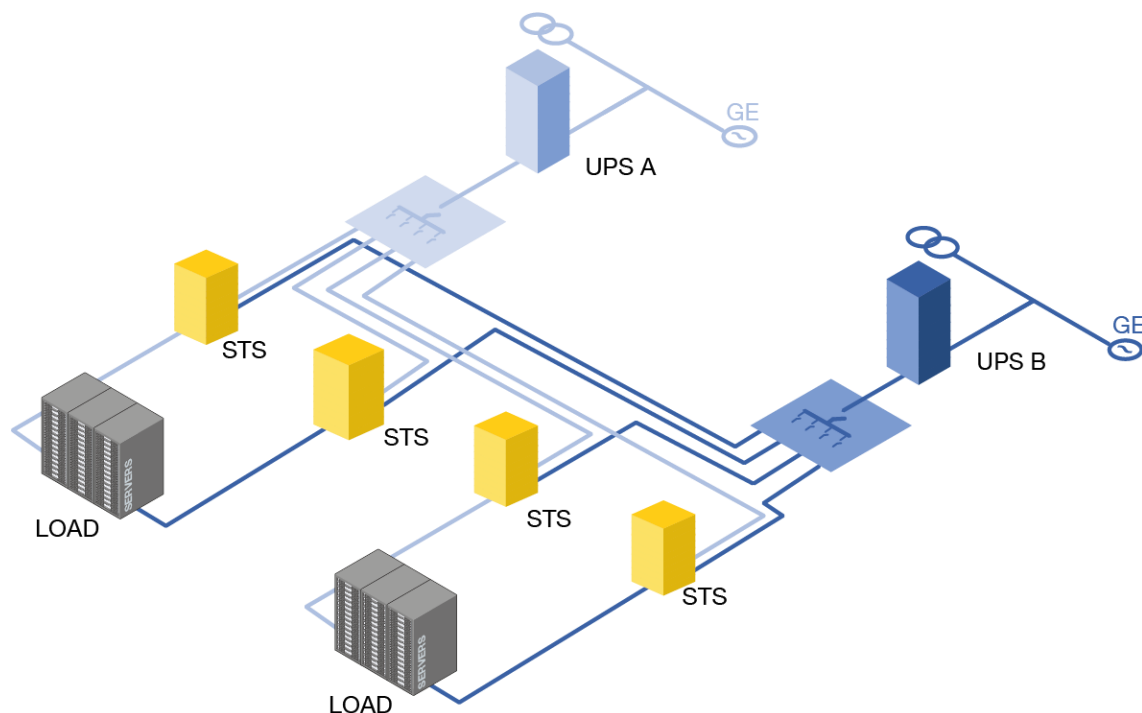
### **1.4. Objetivo**

Incrementar la capacidad eléctrica del centro de datos de TIGO ubicado en Ciudad del Saber entre el Q3 del 2025 y el Q1 del 2026, pasando de 1188 kW a aproximadamente 1290 kW mediante la instalación de dos UPS de 100 kVA en configuración paralela N+1, junto con adecuaciones al sistema eléctrico existente. El proyecto contempla además actividades de certificación, comisionamiento y puesta en marcha, garantizando la disponibilidad y confiabilidad de la carga instalada.

### 1.5. Alcance, proyección y límite del proyecto

El proyecto contempla la instalación de dos sistemas UPS en configuración paralela 2N, con capacidad escalable y diseño modular. Estos equipos incluirán bancos de baterías con autonomía de al menos 14 minutos, operación a 480/480 VAC, y gabinetes de bypass de mantenimiento (MBC) para facilitar labores sin interrupciones.

Se realizarán las acometidas eléctricas necesarias para su integración en la infraestructura existente, así como la migración de los PDU (Power Distribution Units) hacia esta nueva configuración, optimizando la distribución de carga y asegurando la continuidad del servicio.



**Ilustración 3** Topología típica para centros de datos certificados TIER III

La construcción se llevará a cabo en el área previamente destinada para la expansión, siguiendo los mismos estándares utilizados en el resto del centro de datos. Esto incluye, por ejemplo:

- Mantener la malla de tierra con resistencia menor a cinco (5) ohmios para asegurar el aterrizaje de los equipos IT.

- Los equipos en zócalos elevados de al menos dos pulgadas para los equipos de respaldo.
- Estructuras capaces de resistir terremotos de hasta 7.5 en la escala de Richter, además de inundaciones y tornados.
- Donde sea necesario, materiales retardantes al fuego con resistencia mínima de 30 minutos en paredes.

Al finalizar, se entregarán los planos, certificados, documentación técnica, reportes de pruebas, puesta en marcha y capacitaciones para el personal operativo. Aunque el proyecto no contempla la recertificación Tier III, todos los entregables se elaborarán conforme a los estándares del Uptime Institute y la normativa vigente en Panamá, sirviendo como soporte para posibles procesos de certificación futura.

### 1.6. Impacto, beneficios y/o resultados esperados

Al finalizar el proyecto de ampliación de la capacidad eléctrica del Centro de Datos, se garantizará una mayor estabilidad y continuidad en el servicio, permitiendo a TIGO atender un mayor número de clientes y ofrecer servicios más demandantes lo que representa que TIGO será beneficiado al aumentar su competitividad en el mercado, reducir costos operativos y mejorar su imagen de marca.

Esto se traducirá en una mejor experiencia para los usuarios, quienes disfrutarán de una infraestructura más confiable.

### 1.7. Perfil del Proyecto

**Tabla 1** Perfil del Proyecto de Ampliación

<b>Título</b>	Aumento de carga Instalada en 100kVA en Centro de Datos
<b>Responsable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodrigo Urieta</li> <li>• Moisés Sánchez</li> </ul>
<b>Objetivo del Proyecto</b>	Incrementar la capacidad eléctrica instalada del centro de datos de TIGO ubicado en Ciudad del Saber, pasando de 1188 kW a 1290 kW entre el tercer trimestre de 2025 y el primer trimestre de 2026.

<b>Alcance</b>	El proyecto de ampliación de la capacidad eléctrica del Centro de Datos incluye la instalación de nuevos sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS). Se contempla en la finalización del proyecto la entrega de documentación, planos y capacitaciones para el personal operativo al término del cierre del proyecto para asegurar una correcta transferencia de conocimientos.
<b>Especificaciones del producto o servicio</b>	<p>El proyecto contempla la adquisición e instalación de equipos eléctricos de alta calidad, seleccionados por su confiabilidad y compatibilidad con ambientes críticos. Se emplearán tecnologías de fabricantes reconocidos como Schneider Electric y Eaton, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UPS modulares escalables.</li> <li>• Tableros de distribución eléctrica.</li> <li>• Sistemas de monitoreo y control.</li> <li>• Componentes compatibles con futuras expansiones.</li> </ul>
<b>Alternativas de Desarrollo</b>	La alternativa de desarrollo para este proyecto es el aumento de capacidad de UPS a un total (1290kW) utilizando la infraestructura eléctrica actual del edificio.
<b>Justificación</b>	<p>El Data Center de TIGO actualmente opera al 100% de su capacidad eléctrica (1188 kW). La demanda creciente de clientes actuales y futuros exige un incremento inmediato de 100 kW para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar la continuidad del servicio.</li> <li>• Evitar interrupciones que comprometan contratos de nivel de servicio (SLAs).</li> <li>• Permitir el crecimiento comercial y tecnológico sin restricciones operativas.</li> </ul>
<b>Factibilidad técnica</b>	La mano de obra encargada de la planificación y ejecución del proyecto es local, al igual que los proveedores, quienes están autorizados por el fabricante para realizar la instalación y arranque de los dispositivos. Los equipos que se encuentran en el extranjero tienen tiempo de entrega mínima aproximada 90 días a partir de la generación de la orden de compra.
<b>Otros estudios pertinentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de carga térmica. Análisis de capacidad de conmutación en tableros existentes.</li> <li>• Evaluación estructural del área de instalación.</li> <li>• Revisión de normativas locales eléctricas y de seguridad.</li> </ul>

**Fases del Proyecto y/o Entregables**

El proyecto se estará realizando según el estándar del PMBoK para el método cascada, por lo que se pueden definir las siguientes etapas:

**1. Recopilación y análisis de requisitos**

- Identificar y documentar todos los requisitos técnicos y operativos para la instalación de los nuevos sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS).
- Determinar las especificaciones necesarias para optimizar la distribución eléctrica interna.
- Recopilar información sobre el área prevista para la ampliación y asegurar que cumple con los requisitos de espacio y capacidad.
- Análisis de factibilidad con el proveedor eléctrico para ajustar las acometidas existentes a nueva carga.

**2. Diseño del sistema**

- Crear un diseño detallado del sistema eléctrico, incluyendo la ubicación y configuración de los nuevos UPS, generadores y transformadores.
- Diseñar el esquema de distribución eléctrica interna optimizada para asegurar un suministro equilibrado y confiable.
- Planificar el uso del área prevista para la ampliación, asegurando que se minimicen las interrupciones en los servicios actuales.

**3. Implementación**

- Realizar la instalación de los nuevos sistemas principales y auxiliares.
- Documentar todo el proceso de instalación y optimización para futuras referencias.

**4. Pruebas**

- Realizar pruebas exhaustivas de los nuevos sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS).

**5. Despliegue/Comisionamiento**

- Asegurar que la distribución eléctrica interna optimizada esté operativa y funcionando correctamente.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entregar la documentación, planos y realizar las capacitaciones necesarias para el personal operativo.</li> <li>• Monitorear el rendimiento del sistema y realizar ajustes según sea necesario para asegurar la continuidad operativa y la calidad del servicio.</li> </ul>
<b>Riesgos</b>	<p><b>Dentro de la gestión de riesgo del proyecto se tomarán en cuenta los siguientes retrasos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallo en el cumplimiento de normativas y permisos.</li> <li>• Demora en los contratos de servicios con los proveedores nuevos y existentes.</li> <li>• Problemas con el nuevo suministro eléctrico (Retraso en la construcción de nueva infraestructura por parte del proveedor para suministrar la capacidad)</li> <li>• Retraso en la llegada del equipamiento.</li> <li>• Falla durante el comisionamiento/pruebas de los equipos.</li> <li>• Demora en la construcción civil por el clima de Panamá.</li> </ul>
<b>Recomendaciones</b>	<p><b>Dentro de las recomendaciones a nuestro proyecto podemos indicar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cronograma Realista:</b> Debido que el desempeño final de nuestro proyecto es importante y nuestro presupuesto es limitado, desarrollar un cronograma detallado con hitos clave y fechas límite realistas es necesario. Incluir tiempos para posibles retrasos con amortiguamiento de costos es esencial para alcanzar nuestra meta.</li> <li>• <b>Gestión de Riesgos Detallada:</b> Tener una buena matriz de riesgos es necesaria para saber que riesgos son asumibles, cuales mitigable y cuales eliminados. Esto brinda seguridad al proyecto y mejora el cálculo de las estimaciones del presupuesto.</li> <li>• <b>Controles de Calidad:</b> Se pueden implementar auditorías internas al igual que establecer pruebas rutinarias para verificar que todos los procesos y estándares se están siguiendo correctamente.</li> </ul>

<b>Fecha de inicio prevista</b>	Abril 2025	<b>Duración</b>	6 meses
<b>Fecha límite del pago</b>	Q4 2025		

<b>Presupuesto mínimo previsto</b>	B/.265 216.29	<b>Máximo</b>	B/. 287 774.71
------------------------------------	---------------	---------------	----------------

	Tiempo	Desempeño	Costo
<b>Limitar</b>		✓	
<b>Subrayar</b>	✓		
<b>Aceptar</b>			✓

*Ilustración 4 Mapa de Prioridades del Proyecto*

### 1.8. Matriz de Interesados

*Tabla 2 Matriz de Gestión de Interesados*

<b>Id.</b>	<b>Interesados</b>	<b>Poder/Nivel de autoridad en el Proyecto</b>	<b>Interés/ Involucramiento activo</b>	<b>Observaciones</b>
I1	Inversores	5	3	Seguimiento/ Reuniones Quincenales
I2	Gerente de Infraestructura y Gerente de Data Center	5	3	Mantener informado de avances
I3	Equipo de Trabajo	2	5	Reuniones de seguimiento semanales
I4	Proveedores	2	4	Solicitar actualizaciones

				para mantener el calendario de entrega
I5	Cientes Corporativos	1	3	Mantener informado durante trabajos que afecten la operación

Alto 5	I1 I2		
	Mantener satisfecho	Gestionar atentamente	
Poder Influencia	Monitorear	I4 Mantener informados	I3
Bajo 1	Interés	I5	Impacto Alto 5

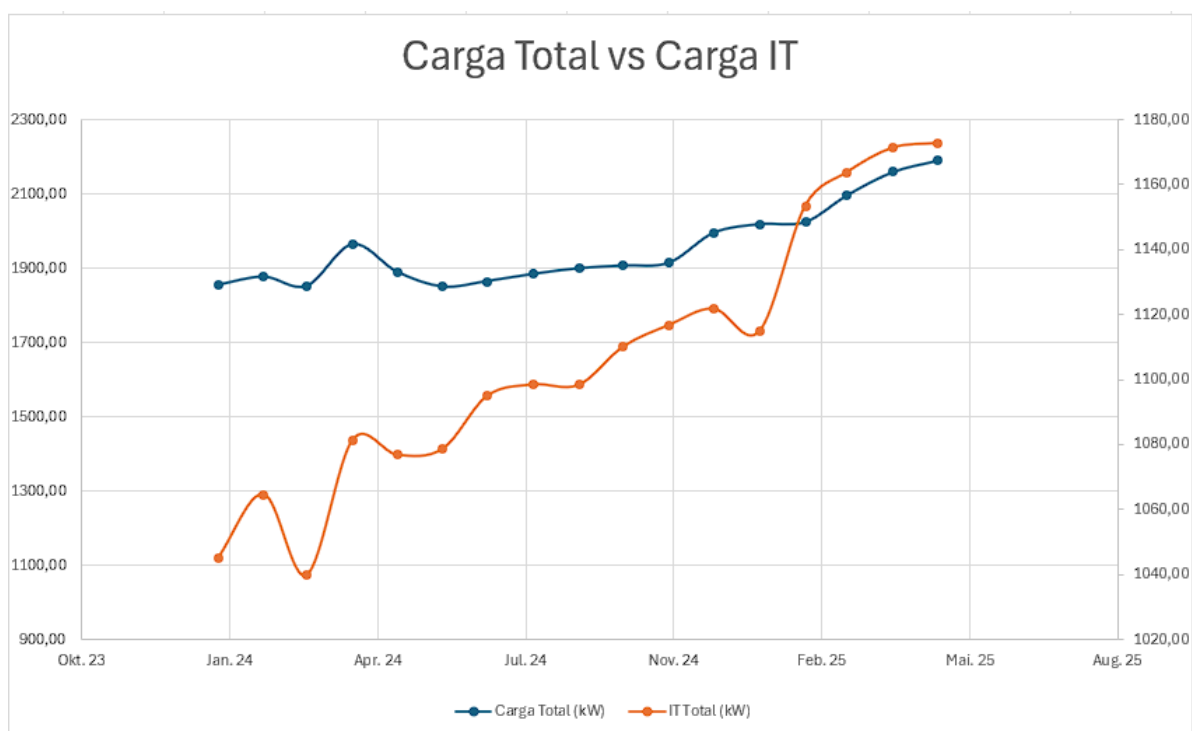
**Ilustración 5** Mapa de Relevancia de Interesados

## 2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. Factores Técnicos, Estratégicos y Operacionales a Considerar

#### 2.1.1. Crecimiento de la demanda de infraestructura digital

La ampliación de 100 kVA se sustenta en un análisis mensual de la demanda eléctrica en kW y la evolución del Power Usage Effectiveness (PUE). Según López (2020), este perfil de carga revela picos estacionales bien definidos y un margen de reserva entre la carga máxima registrada y la capacidad instalada que garantiza continuidad operativa. Pérez (2021) enfatiza que disponer de esta holgura es crucial para afrontar variaciones impredecibles en el consumo eléctrico.



**Ilustración 6** Evolución del consumo eléctrico en el centro de Datos de TIGO el rango de los valores de la carga IT total se muestra en el gráfico secundario (a la derecha)

Para efectos de este documento, la capacidad de refrigeración no se incorpora al cálculo del UPS, pues se demuestra que esta supera holgadamente la demanda eléctrica, eliminándola como factor limitante para la fase de expansión.

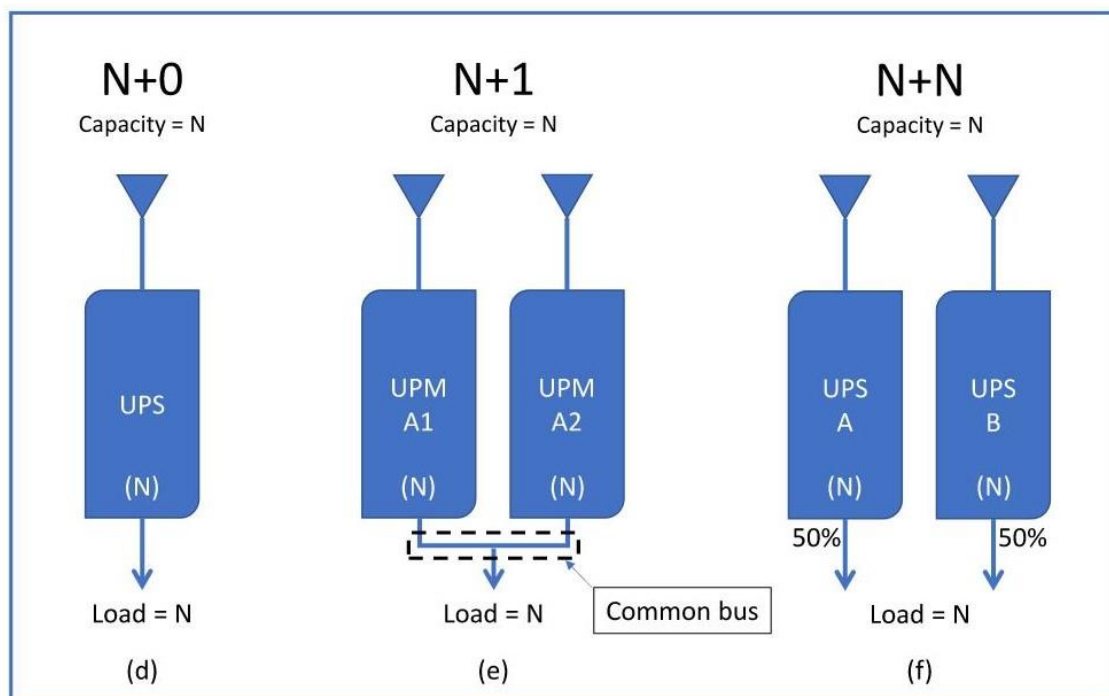
De este modo, el dimensionamiento se centra exclusivamente en la carga eléctrica, evitando complejidades y sobredimensionamientos innecesarios.

En el aspecto financiero, García (2019) contrapone la adquisición de un módulo UPS de 100 kVA con la prolongación de la vida útil de los sistemas actuales, mediante el análisis de retorno sobre la inversión (ROI) y costo total de propiedad (TCO). El cálculo del PUE marginal —la variación del índice tras añadir nueva capacidad— aporta una métrica objetiva que refuerza la justificación económica del proyecto ante la alta dirección.

La gestión del proyecto sigue las fases del PMBOK —definición, diseño, adquisiciones, instalación, pruebas y cierre— e implementa una matriz RACI para asignar responsabilidades claras entre ingeniería eléctrica, compras, operaciones y mantenimiento. Según Rodríguez (2018), esta estructura de gobernanza minimiza riesgos de coordinación y facilita la implementación fluida del sistema UPS en configuración 2N.

### **2.1.2. Topologías de expansión y arquitecturas de redundancia**

La redundancia en un centro de datos define su capacidad de resiliencia ante fallos de alimentación, climatización o conectividad. Los esquemas más utilizados son N (sin respaldo), N+1 (un componente adicional), 2N (duplicación completa) y 2(N+1) (duplicación más un extra). Mientras que N+1 ofrece un nivel básico de respaldo para eventos puntuales, el modelo 2N garantiza continuidad total, aun si se pierde una cadena completa de potencia. En proyectos de alta criticidad, se recomienda 2N para cumplir con requisitos de mantenimiento concurrente y tolerancia a fallos propios de certificaciones Tier III y Tier IV (APC by Schneider Electric, 2016).



**Ilustración 7** Esquema de topologías  $N$ ,  $N+1$ ,  $2N$

La selección de la topología debe integrarse desde la fase de planificación del proyecto, empleando herramientas de gestión de riesgos y matrices de responsabilidad. Según Kerzner (2022), el análisis de criticidad del servicio, combinado con estudios de impacto operacional, permite dimensionar correctamente rutas eléctricas y circuitos de climatización independientes. Normas como TIA-942 y directrices del Uptime Institute proporcionan guías precisas para definir los niveles de redundancia necesarios en cada subsistema, asegurando que los tiempos de inactividad planificados o imprevistos no interrumpen las operaciones.

La tendencia actual es adoptar arquitecturas modulares escalables que faciliten la adición progresiva de capacidad sin alterar la infraestructura existente. Estos diseños se basan en «pods» o bloques funcionales que incluyen UPS, generadores y sistemas de distribución segmentados, permitiendo copy-and-paste de unidades completas conforme crece la demanda. Furukawa Electric LatAm (2024) demuestra cómo el modularidad reduce el riesgo de sobreinversión, optimiza el espacio y acelera los plazos de expansión al estandarizar componentes y conexiones.

### **2.1.3. Casos de estudio similares**

Según Research and Markets (2023), la inversión prevista en centros de datos en Latinoamérica asciende a 9 110 millones de dólares entre 2021 y 2027, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 7,13 %. Al cierre de 2022, México y Brasil lideraban la región con 154 y 150 instalaciones respectivamente, seguidos por Chile y Colombia como mercados de rápido despliegue de infraestructura digital.

En 2023, Brasil encabezó la inauguración de nuevos centros de datos en Latinoamérica, aportando el 40 % de las inversiones regionales, mientras que México, Chile y Colombia intensificaron sus proyectos, especialmente bajo esquemas de energía renovable y alta densidad para IA generativa. Grandes multinacionales como Microsoft inauguraron su región “México Central” en Querétaro, y AWS anunció futuras zonas de infraestructura en Argentina, Chile y Colombia, reforzando la trayectoria de expansión en el subcontinente.

Goldman Sachs proyecta que la capacidad global de centros de datos crecerá de 62 GW a 92 GW entre 2025 y 2027, impulsada por cargas de trabajo de IA que pasarán del 13 % al 28 % del total. Meta, por su parte, planea dos supercampus de cómputo de IA: Prometeo (1 GW para 2026) e Hiperión (5 GW para 2030), certificando la carrera global por capacidad masiva de procesamiento y energía dedicada a la inteligencia artificial.

### **2.1.4. Normas técnicas y certificaciones para considerar**

La instalación de dos sistemas UPS en configuración 2N dentro de un centro de datos certificado requiere el cumplimiento riguroso de normas internacionales que aseguren la continuidad operativa, seguridad eléctrica y protección de la información. A continuación, se presentan algunas normas y certificaciones con la que TIGO Panamá alinea sus criterios y se rige a la hora de gestionar proyectos dentro de sus operaciones locales.

ISO/IEC 27001:2013 — Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI)

La norma ISO/IEC 27001:2013 establece los requisitos para implementar un

SGSI que permita proteger los activos de información frente a amenazas internas y externas (ISO, 2013). En el contexto de centros de datos, esta norma exige:

- Identificación y evaluación de riesgos asociados a la infraestructura crítica, incluyendo fallos eléctricos, accesos no autorizados y eventos ambientales (Yadav, 2019).
- Controles físicos y lógicos como redundancia energética, monitoreo ambiental, control de accesos, CCTV, y trazabilidad de eventos (High Knowledge GmbH, 2024).
- Aplicación del Anexo A, que incluye controles como A.11 (seguridad física y ambiental), A.12 (protección contra fallos de energía), y A.17 (continuidad del negocio).

La implementación de UPS redundantes en configuración 2N responde directamente a los controles de disponibilidad y resiliencia exigidos por esta norma. Además, el cumplimiento de ISO 27001 permite demostrar ante auditores y clientes que el centro de datos opera bajo un marco de seguridad reconocido internacionalmente (4CPL, 2024).

Tier III — Uptime Institute (Design, Facility y Operational Sustainability)

La certificación Tier III del Uptime Institute evalúa la capacidad del centro de datos para operar sin interrupciones, incluso durante mantenimientos planificados (Uptime Institute, 2022). Esta certificación se divide en tres componentes:

- **Tier III Design:** Verifica que el diseño permite mantenimiento concurrente sin afectar la carga crítica. La arquitectura 2N de los UPS cumple con este principio al permitir reemplazo o mantenimiento sin interrupción.
- **Tier III Facility:** Asegura que la construcción física incluye redundancia en distribución eléctrica, climatización y sistemas de respaldo. Se exige una autonomía mínima de 72 horas ante fallos de energía (Encor Advisors, 2024).
- **Tier III Operational Sustainability:** Evalúa prácticas operativas, capacitación del personal, gestión de riesgos y mantenimiento preventivo.

La sostenibilidad operativa es clave para mantener el 99.982 % de disponibilidad anual (PhoenixNAP, 2021).

La certificación Tier III no solo valida el diseño y construcción, sino también la capacidad del centro para operar de forma resiliente y segura en el largo plazo.

## **NFPA 70 & NFPA 70E — Seguridad eléctrica y protección del personal**

### **NFPA 70 (National Electrical Code)**

Regula el diseño e instalación de sistemas eléctricos seguros, incluyendo canalizaciones, protecciones, puesta a tierra y distribución en ambientes industriales como centros de datos (NFPA, 2023).

### **NFPA 70E**

Establece prácticas seguras para trabajos eléctricos, incluyendo análisis de riesgo por arco eléctrico, etiquetado, uso de EPP y procedimientos de mantenimiento (NFPA, 2021). Esta norma fue desarrollada a solicitud de OSHA y es clave para evitar lesiones por electrocución o explosiones térmicas (Vertiv, 2015). La implementación de NFPA 70E exige:

Etiquetado de equipos con información de energía incidente y distancia de trabajo segura.

- Entrenamiento documentado del personal cada tres años.
- Auditorías de cumplimiento y simulacros de respuesta ante fallos eléctricos.

En centros de datos, la norma NFPA 70E constituye una referencia técnica clave para la seguridad eléctrica. En Panamá, aunque no se aplica directamente la regulación de OSHA, los lineamientos de NFPA 70E son adoptados como buenas prácticas internacionales. (Lifeline Data Centers, 2013).












## **2.2. Sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS)**

Los sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) son fundamentales en

centros de datos, ya que permiten mantener la continuidad operativa ante cortes o alteraciones en el suministro eléctrico. Actúan como un escudo frente a fallas de energía y fluctuaciones de voltaje, protegiendo la infraestructura crítica de TI contra daños, pérdida de información o interrupciones de servicio (Sharma, 2024).

En este proyecto se instalarán dos UPS en configuración **2N**, lo que significa como se mencionó en el apartado anterior que ambos operan simultáneamente y cada uno puede asumir el 100 % de la carga si la otra falla. Esta arquitectura garantiza redundancia total, sin puntos únicos de falla, y permite realizar mantenimientos sin afectar la operación del centro de datos (Nehme, 2025; APC by Schneider Electric, 2023).

Además de brindar respaldo energético, los UPS modernos de doble conversión (VFI) protegen contra diversas perturbaciones eléctricas. La siguiente imagen, basada en la norma IEC 62040-3, muestra los principales fenómenos que un UPS puede mitigar, incluyendo cortes totales, picos de voltaje, caídas de tensión, distorsiones armónicas y otros eventos de alta frecuencia o duración transitoria (Ayomaya, 2020).

Voltage Phenomenon	Time	E.g.	Type of UPS according to standard IEC 62040-3		
			OFFLINE	LINE INTERACTIVE	ONLINE
None	-		-	-	-
Outages	> 10 ms		OFFLINE	LINE INTERACTIVE	ONLINE
Sags/Brownouts	< 16 ms				
Dyn. Overvoltage	< 16 ms				
Undervoltage	Continuous				
Overvoltage	Continuous				
Lighting	Sporadic				
Surge	< 4 ms				
Freq. Variation	Sporadic				
Burst	Periodically				
Harmonics	Continuous				

**Ilustración 8** *Tipos de perturbaciones eléctricas y capacidad de mitigación según tecnología UPS.*

### **Características técnicas generales**

- **Tecnología de doble conversión (VFI):** Aísla completamente la carga de variaciones de voltaje y frecuencia (Sharma, 2024).
- **Autonomía:** Bancos de baterías diseñados para mantener la carga durante un tiempo suficiente para activar sistemas de respaldo.
- **Gabinete de bypass de mantenimiento (MBC):** Permite realizar labores sin interrumpir el servicio eléctrico (Nehme, 2025).
- **Monitoreo remoto:** Supervisión en tiempo real del estado de carga, baterías y rendimiento energético.
- **Escalabilidad:** Posibilidad de expansión modular si se requiere mayor capacidad en el futuro.

### **Beneficios operativos**

- **Alta disponibilidad:** La configuración 2N permite realizar mantenimientos sin afectar la carga crítica (APC by Schneider Electric, 2023).
- **Protección contra microcortes y picos de voltaje:** Evita daños en servidores y equipos de red.
- **Cumplimiento normativo:** Compatible con estándares como IEEE, NFPA, NEC y regulaciones locales en Panamá.
- **Preparación para crecimiento:** La arquitectura modular permite adaptarse a futuras demandas sin rediseñar el sistema (Ayomaya, 2020).

#### **2.2.1. Formas de adquisición de sistemas UPS**

Los sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) pueden obtenerse a través de distintas modalidades, dependiendo de los requerimientos técnicos, financieros y estratégicos del proyecto:

- **Compra directa:** La empresa adquiere el equipo como activo, asumiendo toda la responsabilidad de instalación, mantenimiento y operación. Esta

modalidad ofrece control total, pero requiere una inversión inicial elevada.

- **Arrendamiento financiero (leasing):** Permite acceder a equipos de última generación mediante pagos periódicos. Al finalizar el contrato, el equipo puede ser adquirido por un valor residual. Es común en empresas que prefieren evitar grandes desembolsos iniciales.
- **Arrendamiento operativo (outsourcing energético):** Algunos proveedores ofrecen servicios de energía garantizada, donde el UPS permanece bajo su propiedad y mantenimiento. El cliente paga una tarifa mensual por disponibilidad, confiabilidad y servicio técnico.
- **Compra bajo contrato llave en mano:** Incluye diseño, suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha del UPS, con garantía extendida y acompañamiento postventa. Cada una de estas formas se evalúa en función del ciclo de vida del proyecto, el análisis financiero (ROI y TCO), y el nivel de criticidad de la operación que debe respaldarse.

### 2.2.2. Tipos de UPS según tecnología y arquitectura

Los UPS se clasifican principalmente en tres tipos según su tecnología de conversión de energía, definidos por la norma IEC 62040-3:

- **UPS offline o standby:** Solo entra en funcionamiento cuando se interrumpe el suministro eléctrico. Es adecuado para cargas no críticas o de bajo consumo, como estaciones de trabajo individuales.
- **UPS interactivo (line-interactive):** Regula variaciones menores de voltaje sin recurrir a la batería. Es común en pequeñas oficinas, servidores locales y entornos donde los cortes no son frecuentes.
- **UPS de doble conversión (online):** Convierte continuamente la energía de CA a CC y luego a CA, aislando totalmente la carga de cualquier anomalía en la red. Es el tipo recomendado para centros de datos debido a su alto nivel de protección y capacidad de operación continua.

### 2.2.3. Proveedores de UPS en el mercado (alta confiabilidad)

- **APC by Schneider Electric**
  - **Origen: Francia/EE.UU.**

- **Características:** Muy utilizada en centros de datos en Latinoamérica. Soporte local en Panamá. Soluciones modulares, doble conversión y compatibles con arquitectura 2N.
- **Modelos recomendados:** Symmetra PX, Galaxy VS.
- **Eaton**
  - Origen: EE.UU.
  - Características: Alta eficiencia energética y flexibilidad modular. Amplia presencia en Latinoamérica. Modelos con bypass de mantenimiento.
  - Modelos recomendados: 93PM, 9PX, Power Xpert 9395.
- **Vertiv (antes Emerson Network Power)**
  - Origen: EE.UU.
  - Características: Enfocado en infraestructura crítica. Alto rendimiento en ambientes de misión crítica. Compatible con monitoreo remoto y redundancia.
  - Modelos recomendados: Liebert EXL S1, Liebert APM.
- **Riello UPS**
  - Origen: Italia
  - Características: Alta eficiencia, tecnología de doble conversión. Presente en proyectos grandes en Latinoamérica.
  - Modelos recomendados: Multi Power (modular), Sentryum.
- **Huawei UPS**
  - Origen: China
  - Características: UPS modulares inteligentes con alta densidad energética. En crecimiento en LATAM. Menor presencia técnica local, pero competitiva en costo.
  - Modelos recomendados: UPS5000-E, UPS2000-G.
- **Socomec**
  - Origen: Francia

- Características: Soluciones robustas en ambientes industriales y centros de datos medianos. Soporte técnico limitado, pero especializado.
- Modelos recomendados: Modulys GP, Masterys GP4.

#### 2.2.4. Marcas recomendadas para proyectos en Panamá

Considerando el soporte técnico local, cumplimiento de normativas NFPA, UL e IEC, y experiencia comprobada en centros de datos de la región, las más recomendadas son:

- **APC by Schneider Electric:** Por su amplia red de soporte en Panamá y alta compatibilidad con arquitecturas 2N, además de contar con certificaciones Tier y normas de seguridad eléctrica.
- **Eaton:** Por la disponibilidad de piezas, soporte local, eficiencia energética, y certificación con normas internacionales.
- **Vertiv:** Ideal para ambientes de misión crítica que requieren continuidad operativa certificada. Tiene presencia en proyectos de telecomunicaciones y bancos en Panamá.

#### 2.2.5. Entidades que regulan el mercado de UPS en Panamá

En Panamá, la regulación y control de los sistemas de UPS involucra múltiples organismos, tanto en aspectos técnicos como comerciales:

- **Benemérito Cuerpo de Bomberos de Panamá (BCBP):** Es la autoridad competente para la inspección y aprobación de instalaciones eléctricas. Requiere que todos los UPS cumplan con las normas de seguridad eléctrica y protección contra incendios, principalmente basadas en la NFPA 70 y 70E.
- **Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos (SPIA):** Emite dictámenes técnicos sobre los planos eléctricos y memoria de cálculo, asegurando el cumplimiento del Reglamento de Instalaciones Eléctricas y buenas prácticas de ingeniería.

- **Ministerio de Comercio e Industrias (MICI):** Supervisa que los equipos eléctricos importados cumplan con certificaciones de eficiencia energética y etiquetado. Exige documentación UL, CE o IEC para UPS de uso comercial e industrial.
- **Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP):** Regula indirectamente el mercado a través de disposiciones sobre calidad de energía y servicios de respaldo. Algunos contratos con data centers requieren que los UPS estén alineados con las normas exigidas por esta entidad.
- **Dirección General de Aduanas:** Requiere certificados de conformidad de los fabricantes al ingresar equipos UPS al país.

Este conjunto de instituciones garantiza que los UPS instalados en entornos críticos como centros de datos cumplan con requisitos técnicos, de seguridad y eficiencia alineados con estándares internacionales.

El mercado de UPS en Panamá se fundamenta en estándares internacionales, pero su aplicación y certificación están bajo la supervisión de entidades locales:

- A nivel internacional, las topologías y pruebas siguen normativas IEC 62040-1/2/3, IEEE 1100 (CBEMA curve) y UL 1778 para seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.
- La normativa nacional para instalaciones eléctricas recae en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Panamá, que a su vez refleja el Código Eléctrico Nacional y partes de la NFPA 70.
- La inspección y aprobación de obras eléctricas y de gas depende del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Panamá, responsable de emitir las boletas de conformidad técnica.
- La SPIA (Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos) emite dictámenes sobre planos y memorias de cálculo, garantizando que los proyectos cumplan con buenas prácticas y normativas profesionales.

Adicionalmente, para la importación de equipos UPS, el Ministerio de Comercio e Industrias y la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos regulan

certificaciones de eficiencia energética y etiquetado. Este entramado regulatorio exige que los proveedores presenten documentos de conformidad UL/CE, resultados de ensayo según IEC y estudios de eficiencia, lo cual agrega un nivel extra de garantía en la calidad y la seguridad de los sistemas instalados.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Enfoques de gestión de proyectos

La profesionalización de la dirección de proyectos descansa en estándares y metodologías que, a lo largo de cinco décadas, han consolidado cuerpos de conocimiento (BoK) con buenas prácticas, marcos conceptuales y procesos homogéneos. La metodología de gestión de proyectos sirve de puente entre el estándar seleccionado y su aplicación práctica, integrando principios, temas, procesos y herramientas según el tipo de proyecto, el contexto organizacional y la madurez en gestión de proyectos.

#### Visión general de metodologías relevantes

- **Agile:** Conjunto de valores y principios colaborativos, flexibles e interactivos.
  - Valora individuos y software funcional sobre procesos y documentación extensiva.
- **Waterfall (Cascada):** Enfoque lineal y secuencial – cada fase debe completarse antes de iniciar la siguiente.
  - Ideal cuando los requisitos son estables y los entregables están bien definidos.
- **PRINCE2:** Metodología basada en procesos, con siete temas, principios y procesos.
  - Aporta control organizativo y revisión formal en cada etapa.
- **Scrum:** Marco ágil de ciclos cortos (sprints) y tres pilares: transparencia, inspección y adaptación.
  - Recomendado para entornos de alta incertidumbre.
- **Kanban:** Método visual de flujo de trabajo por columnas (por hacer, en

progreso, terminado).

- Facilita la gestión continua y la mejora del proceso.
- **Scrumban:** Híbrido que combina la predictividad de Scrum con la mejora continua de Kanban.

### 3.2. Project Management Book of Knowledge (PMBOK)

En su séptima edición del PMBOK® Guide el Project Management Institute abandona el modelo rígido de grupos de procesos y áreas de conocimiento, y adopta un enfoque basado en principios y dominios de desempeño. Esto permite adaptar la gestión de proyectos a cualquier tipo de ciclo de vida, desde predictivo hasta ágil o híbrido, centrándose en resultados.

#### 3.2.1. Principios Rectores

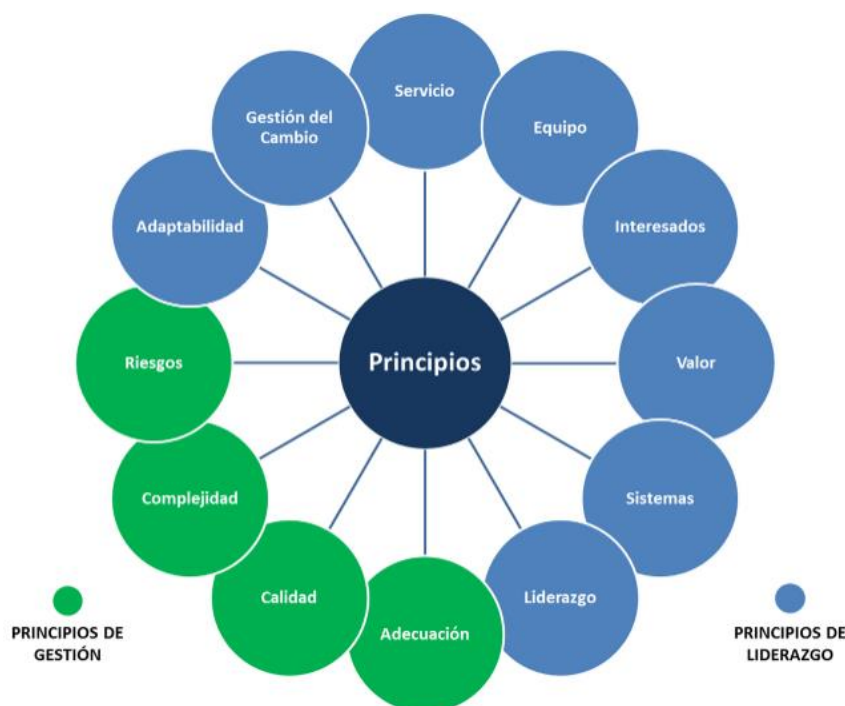
La guía establece doce principios fundamentales que orientan el comportamiento del equipo y la toma de decisiones a lo largo del proyecto:

##### 3.2.1.1. Principios de Gestión

- **Riesgos:** Anticipar, evaluar y optimizar las respuestas a riesgos para minimizar sorpresas y garantizar la continuidad del proyecto.
- **Complejidad:** Identificar fuentes de complejidad (técnica, organizacional, contractual) y emplear prácticas que reduzcan la incertidumbre y mejoren la comprensión del proyecto.
- **Calidad:** Integrar la calidad desde la concepción del proyecto, incorporando controles y validaciones continuas para evitar retrabajos y asegurar la conformidad con requisitos técnicos.
- **Adecuación:** (Tailoring) Ajustar procesos, artefactos y niveles de control según la naturaleza, tamaño y madurez de la organización y del propio proyecto, buscando siempre la máxima eficiencia.
- **Gestión de la incertidumbre:** anticipar riesgos y oportunidades de forma continua.

### 3.2.1.2. Principios de Liderazgo

- **Servicio (Stewardship):** Actuar con responsabilidad, respeto e integridad, cuidando los recursos del proyecto y el impacto en la organización.
- **Equipo:** Fomentar un entorno colaborativo, basado en la confianza, la comunicación abierta y el empoderamiento de sus miembros.
- **Interesados:** Identificar, analizar y comprometer a todas las partes interesadas de forma proactiva, alineando expectativas y gestionando su participación.
- **Valor:** Mantener el foco en los beneficios y resultados que generan valor real al cliente y a los usuarios finales.
- **Sistemas:** Aplicar pensamiento sistémico para reconocer las interdependencias dentro y fuera del proyecto, optimizando flujos de información y procesos.
- **Liderazgo:** Adaptar el estilo de liderazgo a las necesidades del equipo y del proyecto, promoviendo la motivación, la visión compartida y la toma de decisiones.
- **Adaptabilidad:** Demostrar resiliencia y capacidad de respuesta rápida ante cambios, ajustando planes y prioridades sin perder el rumbo.
- **Gestión del Cambio:** Facilitar la transición hacia el estado futuro deseado, anticipando resistencias y estableciendo mecanismos de adopción y comunicación.



*Ilustración 9 Principios del PMBoK séptima edición*

### 3.2.2. Dominios de Desempeño

En lugar de procesos, el PMBOK® 7 organiza las prácticas en ocho dominios que describen áreas clave de actividad:

**Interesados:** gestión de expectativas, canales de comunicación y compromiso.

**Equipo:** formación, motivación y roles.

**Enfoque y ciclo de vida:** elección de predictivo, iterativo, ágil o híbrido.

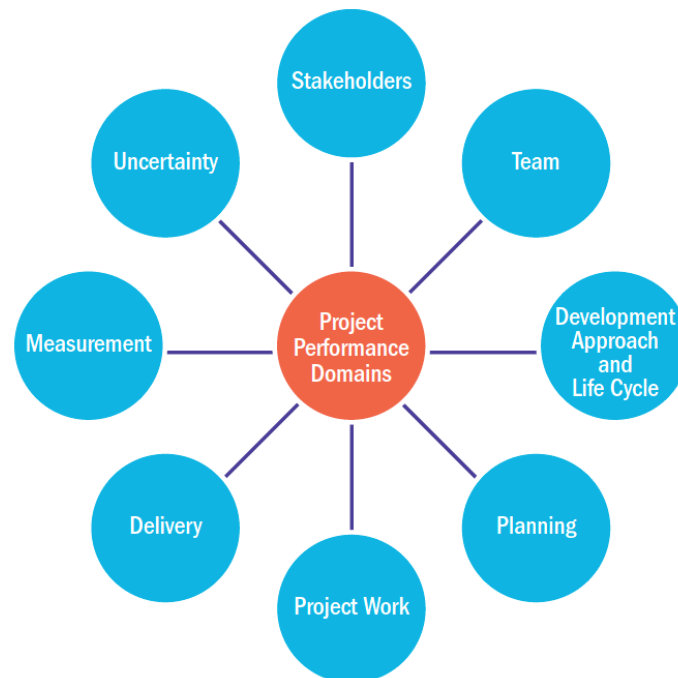
**Planificación:** definición de objetivos, entregables y criterios de éxito.

**Trabajo del proyecto:** ejecución de tareas para generar los productos del proyecto.

**Entrega:** validación, transición y aceptación formal de entregables.

**Medición:** establecimiento y seguimiento de métricas de desempeño.

**Incertidumbre:** identificación, evaluación y respuesta a riesgos y oportunidades.



**Ilustración 10** Dominios de Desempeño del PMBoK séptima edición

### 3.3. Metodología aplicada a la Gestión del proyecto

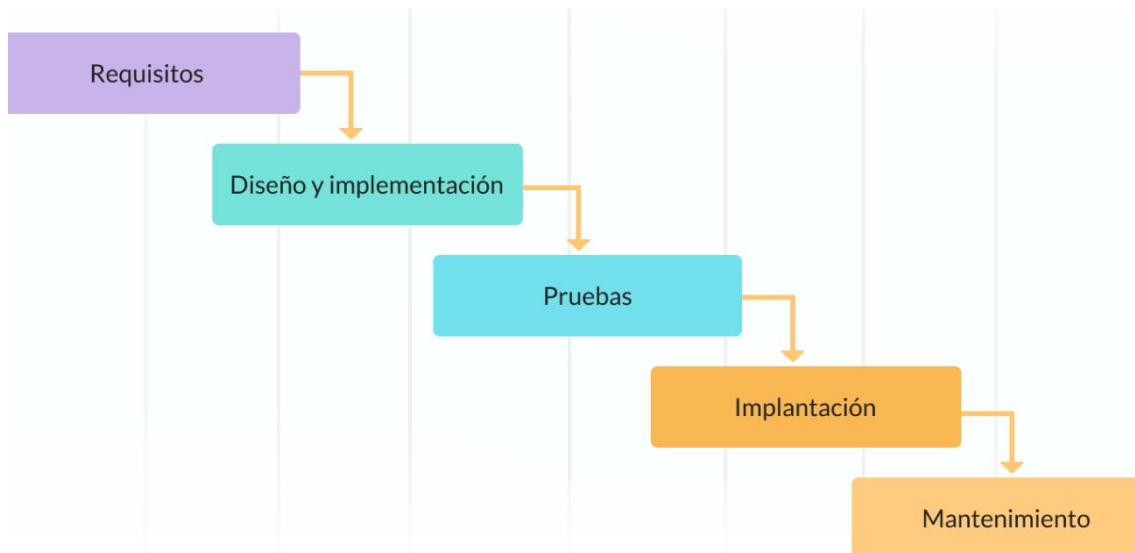
Para este proyecto de ampliación eléctrica en el centro de datos de TIGO, se adopta el enfoque de gestión de proyectos basado en la metodología cascada, debido a su estructura lineal y secuencial, ideal para proyectos con alcance definido y entregables técnicos precisos. Este modelo permite llevar un control detallado en cada etapa del ciclo de vida del proyecto, desde el diseño hasta la entrega final.

En el contexto de infraestructura IT, especialmente en centros de datos, el método cascada, ofrece ventajas clave cuando se trata de proyectos del tipo llave en mano: aquellos donde el proveedor recibe un pliego de cargos con especificaciones técnicas claras, realiza la implementación bajo supervisión, y entrega el sistema probado en su totalidad durante la reunión de cierre.

Las ventajas clave de aplicar la metodología en cascada en proyectos llave en mano de infraestructura IT incluyen:

- Definición clara de alcance y entregables antes de pasar a la siguiente fase.
- Control estricto de cambios mediante hitos formales y revisiones documentadas.

- Facilidad para planificar recursos específicos, como sistemas UPS en configuración N+1, con tiempos de autonomía y acometidas detallados.
- Integración de puntos de verificación de calidad y seguridad en cada fase del ciclo de vida.



**Ilustración 11** Flujo de tareas bajo la metodología cascada

Las fases que componen el proyecto bajo este enfoque incluyen:

- **Definición de requisitos:** Preparación del pliego de cargos, definiendo capacidad eléctrica, tipo de UPS, arquitectura 2N, tiempo de autonomía y configuración de acometidas.
- **Diseño técnico:** Desarrollo de los planos eléctricos y especificaciones compatibles con la infraestructura del centro de datos.
- **Ejecución:** Instalación física de los dos sistemas UPS, cableado y acometidas, según las condiciones establecidas por TIGO.
- **Pruebas y validaciones:** Comisionamiento completo de los equipos, simulación de cargas y pruebas de autonomía antes de la reunión final.
- **Entrega y cierre:** Transferencia formal del sistema, incluyendo documentación técnica, certificados de instalación y validación operativa.

Este enfoque se respalda en las buenas prácticas propuestas por el estándar PMBOK, ampliamente utilizado en proyectos de tecnología e infraestructura

(Project Management Institute, 2021). Además, autores como Kerzner (2022) destacan la aplicabilidad del método cascada en proyectos industriales donde los requerimientos son estables y los entregables están bien definidos desde el inicio.

**Tabla 3 Sinergia entre metodología Cascada y prácticas del PMBoK séptima edición**

Aspecto	Cascada	PMBoK 7ma Edición	Sinergia Aplicada al Proyecto
<b>Estructura</b>	Fases secuenciales con entregables claros.	Dominios de desempeño orientados a resultados.	La fase de diseño, ejecución y cierre se alinea con los dominios de Project Work y Delivery.
<b>Control de cambios</b>	Revisiones formales al final de cada fase.	Gestión continua de riesgos y adaptación.	Se aplican principios de Adaptabilidad y Gestión de la Incertidumbre ante variaciones técnicas.
<b>Documentación</b>	Planes, especificaciones y registros robustos.	Artefactos mínimos ajustados (Tailoring).	Documentación robusta con personalización ajustada al alcance del proyecto tipo llave en mano.
<b>Calidad y validación</b>	Controles y pruebas en puntos de transición.	La calidad es principio transversal desde el inicio.	Integración de pruebas de UPS, simulaciones de carga y revisión de entregables conforme a estándares.
<b>Comunicación</b>	Informes de avance tras cada fase.	Canales definidos, gestión de interesados como dominio clave	Uso de matriz RACI y estrategias de comunicación proactiva para stakeholders internos y externos.
<b>Roles y gobernanza</b>	Roles definidos por etapa,	Enfoque sistémico y liderazgo situacional	Dirección clara en fases críticas, con

	supervisión técnica centralizada.	según etapa y equipo.	flexibilidad colaborativa durante pruebas y validaciones.
--	-----------------------------------	-----------------------	---

## 4. PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO

### Descripción del plan de gestión

Nuestro proyecto se gestiona conforme a las directrices del Project Management Institute (PMI), bajo el marco conceptual del PMBOK® Séptima Edición. Este estándar promueve un enfoque flexible centrado en principios y dominios de desempeño, facilitando la adaptación de procesos según el contexto técnico y organizacional del proyecto.

La implementación del sistema de respaldo energético mediante dos UPS de 100 kVA en configuración 2N se estructura a partir de cinco fases esenciales: Inicio, Planeación, Ejecución, Monitoreo y Control, y Cierre, cada una vinculada a áreas de conocimiento específicas y entregables clave, como se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 4** Alineación de fases del proyecto con dominios y entregables claves

Fase del Proyecto	Área de Conocimiento Principal	Dominio de Desempeño Asociado	Entregable Clave
<b>Inicio</b>	Gestión de Integración, Interesados	Interesados, Entrega de valor	Acta de constitución, Matriz de interesados
<b>Planeación</b>	Alcance, Tiempo, Costo, Calidad	Planeación, Equipo de trabajo	EDT, Cronograma, Presupuesto, Plan de calidad
<b>Ejecución</b>	Adquisiciones, Recursos, Comunicaciones	Trabajo del proyecto	Contratos, Plan de comunicaciones, Logística
<b>Monitoreo y Control</b>	Riesgos, Calidad, Desempeño	Medición del desempeño, Navegación	Matriz de riesgos, Informes de avance, SPI/CPI
<b>Cierre</b>	Integración, Lecciones aprendidas	Entrega, Valor	Documentación final, Informe de cierre

### **El plan de gestión contempla los siguientes componentes estratégicos**

- **Integración de áreas:** se coordinarán las actividades bajo una perspectiva sistémica, considerando la interdependencia entre el sistema eléctrico, los equipos de monitoreo y la infraestructura de respaldo.
- **Gestión de interesados:** se elaborará y actualizará una matriz de análisis que identifique necesidades, expectativas y nivel de influencia de los actores clave.
- **Gestión del tiempo y presupuesto:** el cronograma y el presupuesto se desarrollarán utilizando herramientas tipo Gantt y curvas S, y se controlarán mediante indicadores como SPI y CPI.
- **Calidad y cumplimiento normativo:** se aplicarán estándares técnicos como ISO/IEC 27001, normas IEEE e IEC relacionadas, además de los criterios definidos por el proveedor y la universidad.
- **Riesgos y comunicación:** se elaborarán matrices específicas para anticipar eventos críticos, con planes de respuesta y sistemas de comunicación multicanal para garantizar el flujo de información entre las partes interesadas.

La implementación del plan se complementará con herramientas como la matriz RACI, análisis de desempeño mediante SPI y CPI, informes de seguimiento tipo Gantt, y protocolos de comunicación definidos en su respectiva matriz.

En línea con lo anterior, se busca garantizar la correcta ejecución del proyecto, alineando metas operativas con los principios de gobernanza y sostenibilidad organizacional.

### **3.4. Cronograma de actividades**

El cronograma del proyecto se ha desarrollado a partir de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), la cual organiza las actividades en paquetes claramente definidos que permiten una gestión eficiente del tiempo, los recursos y las dependencias. Cada componente del EDT ha sido vinculado a tareas específicas con duraciones estimadas, fechas de inicio y fin, y relaciones de

precedencia que aseguran la coherencia lógica del plan.

La planificación contempla desde la redacción del acta de constitución hasta el cierre formal del proyecto, incluyendo fases críticas como la justificación presupuestaria, la adquisición de equipos, la instalación de infraestructura, las pruebas de comisionamiento y la migración de carga. El cronograma refleja además los hitos clave que marcan el avance y cumplimiento de entregables, facilitando el seguimiento por parte del equipo de gestión y los stakeholders.

Este enfoque metodológico se fundamenta en buenas prácticas descritas en el PMBOK® Guide (Project Management Institute, 2021) y en autores como Harold Kerzner, quienes destacan la importancia de vincular el EDT con el cronograma para lograr una planificación integral. En el contexto académico, esta estructura es comúnmente utilizada en trabajos de tesis, proyectos de grado y estudios de caso, ya que permite demostrar dominio sobre la gestión temporal, la lógica de precedencias y el control de hitos.

La programación detallada permite visualizar el flujo completo del proyecto, identificar puntos de control, y anticipar riesgos asociados a retrasos o dependencias críticas. A continuación, se presenta el cronograma de actividades, alineado con el EDT y estructurado para facilitar su interpretación y seguimiento.

**Tabla 5 Estructura de descomposición del trabajo del proyecto (EDT)**

EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
<b>1</b>	<b>Proyecto de Ampliación de 100kVA</b>	<b>120 días</b>	<b>Marzo 1- 4 2025</b>	<b>Lunes 15 - 9</b>	
<b>1.1</b>	<b>Desarrollo del Acta de Constitución</b>	<b>7 días</b>	<b>martes 1- 4</b>	<b>miércoles 9 - 4</b>	
<b>1.1.1</b>	Redacción del acta	5 días	martes 1 - 4	lunes 7- 4	
<b>1.1.2</b>	Revisión y firma	1 día	miércoles 9 - 4	miércoles 9 - 3	
<b>1.2</b>	<b>Reuniones de Justificación</b>	<b>2 días</b>	<b>jueves 10 - 4</b>	<b>viernes 11 - 4</b>	
<b>1.2.1</b>	Reunión CAPEX con Alta Gerencia	1 día	Jueves 10 - 4	jueves 10 - 4	
<b>1.2.2</b>	Reunión con Asesora Regional (Regional Expert Engineer)	1 día	viernes 11 - 4	viernes 11 - 6	

<b>1.2.3</b>	Aprobación del CAPEX	0 días	viernes 11 - 4	viernes 11 - 7	
<b>1.3</b>	<b>Planificación de Adquisiciones</b>	<b>20 días</b>	<b>Lunes 14 - 4</b>	<b>viernes 9 - 5</b>	
<b>1.3.1</b>	<b>Consulta de Mercado (RFI)</b>	<b>5 días</b>	<b>lunes 14.04.25</b>	<b>viernes 18 - 4</b>	
<b>1.3.1.1</b>	Desarrollo del documento RFI	2 días	lunes 14 - 4	martes 15 - 4	8
<b>1.3.1.2</b>	Distribución a proveedores potenciales	2 días	miércoles 16 - 4	jueves 17 - 4	11
<b>1.3.1.3</b>	Recepción y análisis de respuestas	1 día	viernes 18 - 4	viernes 18 - 4	12
<b>1.3.1.4</b>	Cierre del proceso RFI	0 días	viernes 18 - 4	viernes 18 - 4	13
<b>1.3.2</b>	<b>Elaboración del Pliego de Condiciones (RFP)</b>	<b>15 días</b>	<b>lunes 21 - 4</b>	<b>viernes 9 - 5</b>	<b>14</b>
<b>1.3.2.1</b>	Identificación de requisitos técnicos y comerciales	3 días	lunes 21 - 4	miércoles 23 - 4	
<b>1.3.2.2</b>	Redacción y validación del pliego	2 días	jueves 24 - 4	viernes 25 - 4	16
<b>1.3.2.3</b>	Envío y recepción de acuses de recibo	5 días	lunes 28 - 4	viernes 2 - 5	17
<b>1.3.2.4</b>	Clarificaciones y adendas	5 días	lunes 5 - 5	viernes 9 - 5	18
<b>1.3.2.5</b>	Emisión oficial del RFP	0 días	viernes 9 - 5	viernes 9 - 5	19
<b>1.4</b>	<b>Selección y Contratación</b>	<b>9 días</b>	<b>lunes 12 - 5</b>	<b>jueves 22 - 5</b>	<b>20</b>
<b>1.4.1</b>	<b>Evaluación de Propuestas</b>	<b>9 días</b>	<b>lunes 12 - 5</b>	<b>jueves 22 - 5</b>	<b>20</b>
<b>1.4.1.1</b>	Recepción de ofertas (período de consulta)	5 días	lunes 12 - 5	viernes 16 - 5	20
<b>1.4.1.2</b>	Ponderación y criterios de adjudicación	2 días	lunes 19 - 5	martes 20 - 5	23
<b>1.4.1.3</b>	Recomendaciones del Departamento de Ingeniería de proyectos	2 días	miércoles 21 - 5	jueves 22 - 5	24
<b>1.4.2</b>	Selección del Proveedor	0 días	jueves 22 - 5	jueves 22 - 5	25
<b>1.5</b>	<b>Inicio del Proceso de Adquisición</b>	<b>8 días</b>	<b>viernes 23 - 5</b>	<b>martes 3 - 5</b>	<b>26</b>
<b>1.5.1</b>	Negociación y ajustes contractuales	5 días	viernes 23 - 5	jueves 29 - 5	26
<b>1.5.2</b>	Firma de contrato y emisión de orden de compra	3 días	viernes 30 - 5	martes 3 - 6	28
<b>1.5.3</b>	Firma de contrato y emisión de orden de compra	0 días	martes 3 - 6	martes 3 - 6	29

<b>1.6</b>	<b>Instalación de infraestructura</b>	<b>69 días</b>	<b>miércoles 4 - 6</b>	<b>lunes 8 - 9</b>	
<b>1.6.1</b>	<b>Trabajo del Proveedor X (Proveedor de Cableado e Interruptores)</b>	<b>28 días</b>	<b>miércoles 4 - 6</b>	<b>viernes 11.07.25</b>	
<b>1.6.1.1</b>	Compra y Recepción de materiales	15 días	miércoles 4 - 6	martes 24 - 6	30
<b>1.6.1.2</b>	<b>Control de Cambio</b>	<b>13 días</b>	<b>miércoles 25 - 6</b>	<b>viernes 11 - 7</b>	
<b>1.6.1.2.1</b>	Creación del Control de Cambio	1 día	miércoles 25 - 6	miércoles 25 - 6	33
<b>1.6.1.2.2</b>	Anuncio a Clientes para ventana de Mantenimiento	10 días	Jueves 26 - 6.	miércoles 9 - 7	35
<b>1.6.1.2.3</b>	Instalación de interruptores principales (IP Brazo A y Brazo B)	2 días	miércoles 25 - 6	jueves 26 - 6	33
<b>1.6.1.2.4</b>	Instalación de acometidas de entrada a la UPS	7 días	miércoles 25 - 6	jueves 3 - 7	33
<b>1.6.1.2.5</b>	Instalación del panel de bypass externo	5 días	miércoles 25 - 6	martes 1 - 7	33
<b>1.6.1.2.6</b>	Instalación y conexionado del bypass externo	2 días	viernes 4 - 7	lunes 7 - 7	39;38
<b>1.6.1.2.7</b>	Suministro e instalación de panel de distribución	2 días	martes 8 - 7	miércoles 9 - 7	40
<b>1.6.1.2.8</b>	Suministro e instalación de conductores desde breaker hasta PDU	2 días	jueves 10 - 7	viernes 11.07.25	41
<b>1.6.1.2.9</b>	Pruebas de rotación de fases y breakers	0 días	viernes 11 - 7	viernes 11 - 7	42
<b>1.6.1.2.10</b>	Informe de resultados de Ventana	0 días	viernes 11 - 7	viernes 11 - 7.	35;36;37;38;39;40;41;42;43
<b>1.6.2</b>	<b>Trabajo del Proveedor Y (Proveedor de los UPS)</b>	<b>57 días</b>	<b>miércoles 4 - 6</b>	<b>jueves 21 - 8</b>	
<b>1.6.2.1</b>	Importación y logística internacional	30 días	miércoles 4 - 6	martes 15 - 7	30
<b>1.6.2.2</b>	Despacho y liberación aduanera	15 días	miércoles 16 - 7	martes 5 - 8	46
<b>1.6.2.3</b>	Transporte interno y entrega en sitio	4 días	miércoles 6 - 8	lunes 11 - 8	47
<b>1.6.2.4</b>	Instalación mecánica de los UPS (Posicionamiento, anclaje y	2 días	martes 12 - 8	miércoles 13 - 8	48

	nivelación)				
<b>1.6.2.5</b>	Conexiones eléctricas de UPS	2 días	Jueves 14 - 8	viernes 15 - 8	43;49
<b>1.6.2.6</b>	Pruebas y comisionamiento del sistema UPS	3 días	lunes 18 - 8	miércoles 20 - 8	50
<b>1.6.2.7</b>	Capacitación al personal de sitio	1 día	jueves 21 - 8	jueves 21 - 8	51
<b>1.6.2.8</b>	Informe de pruebas de comisionamiento	0 días	jueves 21 - 8	jueves 21 - 8	52
<b>1.6.3</b>	<b>Migración de los PDU (A&amp;B) a los nuevos UPS</b>	<b>12 días</b>	<b>viernes 22 - 8</b>	<b>lunes 8 - 8</b>	
<b>1.6.3.1</b>	<b>Control de Cambio</b>	<b>12 días</b>	<b>viernes 22 - 8</b>	<b>lunes 8 - 9</b>	
<b>1.6.3.1.1</b>	Creación del Control de Cambio	1 día	viernes 22 - 8	viernes 22 - 8	53
<b>1.6.3.1.2</b>	Anuncio a Clientes para ventana de Mantenimiento	10 días	lunes 25 - 8	viernes 5 - 9	56
<b>1.6.3.1.3</b>	Ejecución de la ventana programada (Migración)	1 día	lunes 8 - 9	lunes 8 - 9	57
<b>1.6.3.1.4</b>	Informe de resultados de Ventana	0 días	lunes 8 - 9	lunes 8 - 9	58
<b>1.7</b>	<b>Cierre</b>	<b>5 días</b>	<b>Martes 9 - 9</b>	<b>lunes 15 - 9</b>	
<b>1.7.1</b>	Verificación de Entregables	1 día	martes 9 - 9	martes 9 - 9	30;43;53;58
<b>1.7.2</b>	Recepción de Documentación Técnica	1 día	miércoles 10 - 9	miércoles 10 - 9	61
<b>1.7.3</b>	Concienciación al personal	2 días	miércoles 10 - 9	jueves 11 - 9	61
<b>1.7.4</b>	<b>Aprobación Formal del Cliente</b>	<b>2 días</b>	<b>Viernes 11 - 9</b>	<b>lunes 15 - 9</b>	
<b>1.7.4.1</b>	Reunión de Cierre	1 día	viernes 12 - 9	viernes 12 - 9	61;62;63
<b>1.7.4.2</b>	Desembolso del pago	1 día	lunes 15 - 9	lunes 15 - 9	30;65

### 3.5. Presupuesto

Este presupuesto incorpora, exclusivamente, los costos de proveedores externos y asigna PAB 0 a las actividades ejecutadas con recursos propios de TIGO (por ejemplo, gestión de RFI/RFP, coordinación de reuniones, control de cambios y reportes), dado que no generan desembolsos hacia

terceros. Esta delimitación evita la doble imputación, preserva la integridad de la línea base de costos y distingue con claridad costos directos imputables al proyecto de esfuerzos operativos internos, en consonancia con las prácticas de Gestión de Costos del proyecto y el criterio de “make-or-buy” para la agregación de costos (PMI, 2021; Kerzner, 2017). La decisión también facilita la consistencia entre la planificación financiera y las métricas de desempeño (p. ej., EVM), al concentrar el seguimiento en partidas efectivamente facturables (PMI, 2011; Kerzner, 2017).

Por lo tanto, el presupuesto se focaliza en los importes facturados por los contratistas responsables del suministro e instalación de infraestructura crítica: cableado estructurado e interruptores (Proveedor X) y equipos UPS en configuración 2N (Proveedor Y). Al restringir el alcance a desembolsos verificables, se mejora la trazabilidad para auditorías, la proyección de flujos de caja y la separación operativa entre CAPEX y OPEX, reforzando la transparencia y el control de costos (Brealey, Myers & Allen, 2019; PMI, 2021).

Las actividades que aparezcan “sin precio” corresponden a tareas de gobernanza y supervisión internas, registradas como esfuerzos propios y no como obligaciones contractuales, coherentes con el principio de que las reservas y contingencias se aplican sobre elementos adquiridos y riesgos costeables del proyecto (PMI, 2021; Kerzner, 2017).

**Tabla 6** Desglose de Costos del proyecto

EDT	Nombre de tarea	Duración	Costo
1	Proyecto de Ampliación de 100kVA	120 días	\$265.216,29
1.1	Desarrollo del Acta de Constitución	7 días	\$0,00
1.1.1	Redacción del acta	5 días	\$0,00
1.1.2	Revisión y firma	1 día	\$0,00
1.2	Reuniones de Justificación	2 días	\$0,00
1.2.1	Reunión CAPEX con Alta Gerencia	1 día	\$0,00
1.2.2	Reunión con Asesora Regional (Regional Expert Engineer)	1 día	\$0,00
1.2.3	Aprobación del CAPEX	0 días	\$0,00
1.3	Planificación de Adquisiciones	20 días	\$0,00

1.3.1	Consulta de Mercado (RFI)	5 días	\$0,00
1.3.1.1	Desarrollo del documento RFI	2 días	\$0,00
1.3.1.2	Distribución a proveedores potenciales	2 días	\$0,00
1.3.1.3	Recepción y análisis de respuestas	1 día	\$0,00
1.3.1.4	Cierre del proceso RFI	0 días	\$0,00
1.3.2	Elaboración del Pliego de Condiciones (RFP)	15 días	\$0,00
1.3.2.1	Identificación de requisitos técnicos y comerciales	3 días	\$0,00
1.3.2.2	Redacción y validación del pliego	2 días	\$0,00
1.3.2.3	Envío y recepción de acuses de recibo	5 días	\$0,00
1.3.2.4	Clarificaciones y adendas	5 días	\$0,00
1.3.2.5	Emisión oficial del RFP	0 días	\$0,00
1.4	Selección y contratación	9 días	\$0,00
1.4.1	Evaluación de propuestas	9 días	\$0,00
1.4.1.1	Recepción de ofertas (período de consulta)	5 días	\$0,00
1.4.1.2	Ponderación y criterios de adjudicación	2 días	\$0,00
1.4.1.3	Recomendaciones del Departamento de Ingeniería de proyectos	2 días	\$0,00
1.4.2	Selección del Proveedor	0 días	\$0,00
1.5	Inicio del proceso de adquisición	8 días	\$0,00
1.5.1	Negociación y ajustes contractuales	5 días	\$0,00
1.5.2	Firma de contrato y emisión de orden de compra	3 días	\$0,00
1.5.3	Firma de contrato y emisión de orden de compra	0 días	\$0,00
1.6	Instalación de infraestructura	69 días	\$265.216,29
1.6.1	Trabajo del proveedor X (Proveedor de Cableado e Interruptores)	28 días	\$56.556,00
1.6.1.1	Compra y recepción de materiales	15 días	\$24.266,00
1.6.1.2	Control de cambio	13 días	\$32.290,00
1.6.1.2.1	Creación del control de cambio	1 día	\$0,00
1.6.1.2.2	Anuncio a clientes para ventana de mantenimiento	10 días	\$0,00
1.6.1.2.3	Instalación de interruptores principales (IP Brazo A y Brazo B)	2 días	\$3.229,00
1.6.1.2.4	Instalación de acometidas de entrada a la UPS	7 días	\$11.299,00
1.6.1.2.5	Instalación del panel de bypass externo	5 días	\$8.075,00
1.6.1.2.6	Instalación y conexionado del bypass externo	2 días	\$3.229,00
1.6.1.2.7	Suministro e instalación de panel de distribución	2 días	\$3.229,00
1.6.1.2.8	Suministro e instalación de	2 días	\$3.229,00

	conductores desde breaker hasta PDU		
1.6.1.2.9	Pruebas de rotación de fases y breakers	0 días	\$0,00
1.6.1.2.10	Informe de resultados de Ventana	0 días	\$0,00
1.6.2	Trabajo del Proveedor Y (Proveedor de los UPS)	57 días	\$205.660,29
1.6.2.1	Importación y logística internacional	30 días	\$108.261,52
1.6.2.2	Despacho y liberación aduanera	15 días	\$54.101,76
1.6.2.3	Transporte interno y entrega en sitio	4 días	\$14.432,41
1.6.2.4	Instalación mecánica de los UPS (Posicionamiento, anclaje y nivelación)	2 días	\$7.216,10
1.6.2.5	Conexiones eléctricas de UPS	2 días	\$7.216,10
1.6.2.6	Pruebas y comisionamiento del sistema UPS	3 días	\$10.824,15
1.6.2.7	Capacitación al personal de sitio	1 día	\$3.608,25
1.6.2.8	Informe de pruebas de comisionamiento	0 días	\$0,00
1.6.3	Migración de los PDU (A&B) a los nuevos UPS	12 días	\$3.000,00
1.6.3.1	Control de cambio	12 días	\$3.000,00
1.6.3.1.1	Creación del control de cambio	1 día	\$0,00
1.6.3.1.2	Anuncio a clientes para ventana de mantenimiento	10 días	\$0,00
1.6.3.1.3	Ejecución de la ventana programada (Migración)	1 día	\$3.000,00
1.6.3.1.4	Informe de resultados de Ventana	0 días	\$0,00
1.7	Cierre	5 días	\$0,00
1.7.1	Verificación de entregables	1 día	\$0,00
1.7.2	Recepción de documentación técnica	1 día	\$0,00
1.7.3	Concienciación al personal	2 días	\$0,00
1.7.4	Aprobación formal del cliente	2 días	\$0,00
1.7.4.1	Reunión de cierre	1 día	\$0,00
1.7.4.2	Desembolso del pago	1 día	\$0,00

### 3.5.1. Costo de reserva

Para garantizar que las variaciones de precio, demoras logísticas y contingencias técnicas no afecten la línea base del proyecto, se incorpora un valor de reserva o contingencia sobre el costo de cada sección facturada. Esta práctica está alineada con las recomendaciones del PMI (2021) y Kerzner (2022) para el manejo de incertidumbres financieras en proyectos de infraestructura crítica.

Tabla 7 Desglose de reserva

Código	Actividad	Costo Base (USD)	% Reserva	Reserva (USD)	Justificación
1.6.1.1	Compra y recepción de materiales	24 266.00	10 %	2 426.60	Volatilidad en precios de cobre y posibles cambios en el trazado de canalizaciones requieren una reserva mínima del 10 % para cubrir ajustes de material (Rodríguez & Ward, 2022).
1.6.1.2.3	Instalación de interruptores principales (IP Brazo A/B)	3 229.00	10 %	322.90	Riesgo de cortes de suministro y necesidad de adaptaciones en sitio justifican el 10 % de contingencia para horas extras y materiales adicionales (Rodríguez & Ward, 2022).
1.6.1.2.4	Instalación de acometidas de entrada a la UPS	11 299.00	10 %	1 129.90	Incrementos imprevistos en mano de obra y canalización EMT pueden darse por obstáculos en la ruta; se aplica 10 % conforme a recomendaciones de PMI (2021).
1.6.1.2.5	Instalación del panel de bypass externo	8 075.00	10 %	807.50	Modificaciones en la configuración de breakers y soportes de montaje exigen un buffer del 10 % para componentes y ajustes in situ (PMI, 2021).
1.6.1.2.6	Instalación y conexión del bypass externo	3 229.00	10 %	322.90	Posibles retrabajos en conexiones y calibraciones de prueba requieren un 10 % de reserva de horas y consumibles (Kerzner, 2022).
1.6.1.2.7	Suministro e instalación del panel de	3 229.00	10 %	322.90	Ajustes de punto de alimentación y cambios menores en configuración justifican un margen del 10 %

	distribución				para asegurar continuidad operativa (PMI, 2021).
<b>1.6.1.2.8</b>	Suministro e instalación de conductores breaker → PDU	3 229.00	10 %	322.90	Variaciones en longitudes de cable y conectores específicos exigen un colchón del 10 % para cubrir consumos adicionales (Rodríguez & Ward, 2022).
<b>1.6.2.1</b>	Importación y logística internacional	108 261.52	8 %	8 660.92	Fluctuaciones en tipo de cambio y demoras aduaneras requieren un 8 % de contingencia para fletes y posibles recargos (Project Management Institute, 2021).
<b>1.6.2.2</b>	Despacho y liberación aduanera	54 101.76	8 %	4 328.14	Tasas aduaneras variables y tiempos de liberación imprevistos justifican un 8 % de reserva según el estándar PMBOK® Guide (PMI, 2021).
<b>1.6.2.3</b>	Transporte interno y entrega en sitio	14 432.41	8 %	1 154.59	Tarifas de transporte y posibles desvíos en ruta requieren un 8 % de contingencia para logística local (Project Management Institute, 2021).
<b>1.6.2.4</b>	Instalación mecánica de los UPS	7 216.10	8 %	577.29	Riesgo de ajustes en anclajes y alineaciones en suelo, por lo que se adopta un 8 % para horas extra y consumibles (Kerzner, 2022).
<b>1.6.2.5</b>	Conexiones eléctricas de UPS	7 216.10	8 %	577.29	Posibles pruebas de fallo y necesidad de reemplazo de conectores justifican un 8 % adicional (Project Management Institute, 2021).
<b>1.6.2.6</b>	Pruebas y comisiona	10 824.15	8 %	865.93	Ajustes en parámetros de prueba y posibles

	miento del sistema UPS				retrabajos de configuración requieren un 8 % de contingencia (Kerzner, 2022).
<b>1.6.2.7</b>	Capacitación al personal de sitio	3 608.25	8 %	288.66	Horas adicionales para refuerzo formativo o desplazamientos imprevistos requieren un 8 % de reserva (PMI, 2021).
<b>1.6.3.1</b> <b>.3</b>	Ejecución de la ventana programada (Migración de PDU)	3 000.00	15 %	450.00	Naturaleza crítica del corte y riesgo de falla justifica un 15 % adicional para horas extra de soporte técnico (Kerzner, 2022).
<b>Total, Reserva</b>				<b>23 023.60</b>	

**El costo del proyecto quedaría de la siguiente manera**

**Tabla 8** Presupuesto final del proyecto

Costo Presupuestado	Reserva (USD)	Reserva (%)	Costo máximo total del proyecto
265 216.29	22 558.42	8.5	287 774,71

### **3.6. Matriz de Interesados**

La gestión de los interesados es esencial para alinear expectativas, asegurar el apoyo necesario y minimizar conflictos durante la ejecución de proyectos complejos. Según el Project Management Institute, identificar, analizar y comprometer a las partes interesadas mejora la toma de decisiones y la percepción de valor, contribuyendo directamente al cumplimiento de los objetivos de tiempo, costo y calidad (PMI, 2021).

En este proyecto de ampliación eléctrica, un análisis riguroso de poder e interés de cada actor permite diseñar estrategias de comunicación y participación a medida. Con base en esta evaluación, se prioriza la atención a aquellos con mayor influencia y se define un plan de involucramiento que garantiza cumplir con las expectativas entregadas a la organización.

**Tabla 9** Matriz de Gestión de Interesados

Id.	Interesados	Poder/Nivel de autoridad en el Proyecto	Interés/ Involucramiento activo	Observaciones
I1	Inversores	5	3	Seguimiento/ Reuniones Quincenales
I2	Gerente de Infraestructura y Gerente de Data Center	5	3	Mantener informado de avances
I3	Equipo de Trabajo	2	5	Reuniones de seguimiento semanales
I4	Proveedores	2	4	Solicitar actualizaciones para mantener el calendario de entrega
I5	Clientes Corporativos	1	3	Mantener informado durante trabajos que afecten la operación

A continuación, se presenta la matriz RACI para las actividades clave de calidad del proyecto, usando los mismos interesados de la tabla anterior como columnas de “A” (Accountable), “R” (Responsible), “C” (Consulted) e “I” (Informed):

**Tabla 10** Matriz RACI de actividades claves de calidad del proyecto

Actividad	Inversores	Gerente Infraestructura & Data Center	Equipo de Trabajo	Proveedores	Clientes Corporativos
Definir y aprobar el Plan de Calidad	A	R	C	I	I
Inspección de recepción de equipos	I	A	R	C	I
Ejecución de pruebas	I	A	C	R	I

FAT/SAT					
Gestión de no conformidades críticas	I	C	R	C	I
Validación final y cierre de entregables	A	R	C	I	I

### 3.7. Matriz y mapa de riesgos

Para ponderar los riesgos se adopta el enfoque de probabilidad  $\times$  impacto, alineado con las directrices de ISO 31000:2018 y las prácticas del PMBOK® Guide (Project Management Institute, 2021). Esto implica definir escalas numéricas (por ejemplo, 1–5) para la probabilidad de ocurrencia y para el impacto sobre objetivos clave del proyecto (costo, plazo, alcance, calidad). Cada riesgo recibe una puntuación resultante de multiplicar ambos valores, lo que permite compararlos objetivamente y priorizar aquellos, cuya combinación de alta probabilidad y alto impacto suponga una amenaza crítica (Kerzner, 2022).

El resultado se plasma en una matriz de riesgos acompañada de un “mapa semáforo” que clasifica los eventos en niveles bajo, medio o alto según rangos preestablecidos de puntuación. Este mapa facilita la visualización rápida de los riesgos más significativos y sirve como base para definir umbrales de tolerancia y apetito al riesgo, tal como recomiendan Chapman y Ward (2011) para integrar la evaluación cuantitativa con la estrategia organizacional y asegurar un monitoreo continuo durante todo el ciclo de vida del proyecto.

#### 3.7.1. Matriz de Identificación de Riesgos

La Matriz de Identificación de Riesgos organiza de forma jerárquica las principales fuentes de amenaza para el proyecto, clasificándolas en riesgos humanos, técnicos, económicos y externos. Este enfoque facilita que el cliente, como gestor del proyecto, evalúe rápidamente dónde concentrar la supervisión y los controles al tercerizar las actividades. Al mapear cada riesgo

en niveles de detalle, se obtiene una visión clara de las áreas críticas y de las responsabilidades del proveedor en la gestión de permisos y regulaciones externas.

**Tabla 11** Matriz de descomposición de riesgos

Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2
<b>Principales fuentes de Riesgos</b>	Riesgo Humano	Comunicación deficiente con el proveedor
		Supervisión limitada de equipos del proveedor
		Dependencia de personal clave del proveedor
	Riesgos Técnicos	Incumplimiento de plazos de entrega de UPS por parte del proveedor
		Demoras en instalación de cableado e interruptores tercerizados
		Integración insuficiente entre los UPS y la infraestructura existente
		Falta de experiencia del proveedor con configuraciones 2N
	Riesgos Económicos	Variaciones en cotizaciones de equipos o servicios incluidos en el contrato
		Sobrecostos por trabajos adicionales no contemplados en el contrato
		Penalizaciones contractuales por incumplimiento de SLA acordados en el contrato
	Riesgos Externos	Retrasos en la obtención de permisos o certificaciones
		Cambios regulatorios imprevistos que modifiquen requisitos de instalación
		Interrupciones en el suministro eléctrico externo (red del proveedor de energía) durante las ventanas.

### 3.7.2. Tabla de causas, respuestas y condiciones

Se documentaron las causas probables de cada riesgo, junto con las posibles respuestas y los eventos que podrían dar lugar a su ocurrencia. Este formato sirvió para vincular cada riesgo con su contexto específico (Rodríguez, 2017).

**Tabla 12 Causas, respuestas y condiciones**

Riesgo	Causas Probables	Posibles Respuestas
Comunicación deficiente con el proveedor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de canales de comunicación estructurados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer reuniones periódicas</li> <li>Definir SLA de comunicación</li> <li>Usar herramientas colaborativas en tiempo real</li> </ul>
Supervisión limitada de equipos del proveedor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acceso restringido al sitio</li> <li>Falta de informes periódicos</li> <li>Ausencia de sistemas de monitoreo remoto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incluir cláusulas de acceso en contrato</li> <li>Solicitar reportes de avance</li> <li>Implementar cámaras y/o supervisores en el área</li> </ul>
Dependencia de personal clave del proveedor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contratación de pocos técnicos especializados</li> <li>Falta de plan de sucesión</li> <li>Alta rotación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exigir redundancia de perfiles</li> <li>Definir plan de transición</li> <li>Crear programa de capacitación conjunta</li> </ul>
Incumplimiento de plazos de entrega de UPS y materiales por parte de los proveedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Problemas logísticos</li> <li>Falta de stock</li> <li>Demoras en aduanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar penalizaciones por retraso</li> <li>Acordar hitos parciales</li> </ul>
Demoras en instalación de cableado e interruptores tercerizados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coordinación deficiente entre contratistas</li> <li>Diseños incompletos</li> <li>Permisos internos pendientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ajustar cronograma</li> <li>Revisar y validar diseños en fase temprana</li> <li>Gestionar permisos en paralelo</li> </ul>
Integración insuficiente entre los UPS y la infraestructura existente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incompatibilidades técnicas; falta de pruebas previas; documentación incompleta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generar manual técnico conjunto</li> <li>Validar integraciones antes del corte</li> </ul>
Falta de experiencia del proveedor con configuraciones 2N	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveedor sin historial de proyectos 2N; equipo no capacitado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exigir referencias de proyectos similares</li> <li>Incluir capacitación obligatoria o comunicación con fábrica</li> </ul>
Variaciones en cotizaciones de	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambios en precios de mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir cláusula de revisión de precios</li> </ul>

equipos o servicios incluidos en el RFI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Errores en alcance del RFI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitar alcance con detalle</li> </ul>
Sobrecostos por trabajos adicionales no contemplados en el contrato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcance mal definido, solicitudes de cambio frecuentes</li> <li>• Costos ocultos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar gestión de cambios formal</li> <li>• Establecer tope de contingencia</li> </ul>
Penalizaciones contractuales por incumplimiento de SLA acordados en el RFI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SLA poco realistas</li> <li>• Falta de medición continua</li> <li>• Reportes imprecisos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar indicadores al riesgo real</li> <li>• Implementar monitoreo automatizado</li> <li>• Revisar SLA en cláusulas contractuales</li> </ul>
Retrasos en la obtención de permisos o certificaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisitos regulatorios complejos</li> <li>• Procesos burocráticos lentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciar trámites con anticipación</li> <li>• Auditar requisitos legales</li> </ul>
Cambios regulatorios imprevistos que modifiquen requisitos de instalación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Publicación de nuevas normativas eléctricas o ambientales</li> <li>• Actualizaciones de códigos de construcción o instalación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir plan de contingencia normativa</li> <li>• Evaluar impactos legales</li> </ul>
Interrupciones en el suministro eléctrico externo (red del proveedor de energía) durante las ventanas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallas en la red de distribución; mantenimientos no programados del proveedor eléctrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer de generadores y sistemas de apoyo.</li> </ul>

El uso de una tabla que vincula cada riesgo con sus causas, respuestas propuestas y condiciones de ocurrencia fue fundamental para profundizar en la comprensión del contexto de cada evento. Esta herramienta permitió al equipo analizar no solo qué puede salir mal, sino también por qué podría suceder, cómo podría prevenirse o mitigarse y bajo qué circunstancias específicas se podría activar el riesgo. Este enfoque integral fortaleció la capacidad de anticipación y respuesta del proyecto, facilitando el desarrollo de acciones realistas y coherentes con la naturaleza del riesgo. Además,

permitió una comunicación más efectiva con los involucrados, al presentar el análisis de forma estructurada y fácil de interpretar.

## Análisis cualitativo de riesgos

### Matriz de calificación simple

Esta matriz permite realizar una evaluación inicial de los riesgos mediante dos variables cualitativas: el factor de anticipación (cuán pronto puede detectarse el riesgo) y la exposición al riesgo (nivel de impacto potencial). Se asignan valores numéricos para facilitar la priorización:

- **Factor de anticipación:**  
Corto plazo = 3 Medio plazo = 2 Largo plazo = 1
- **Exposición al riesgo:**  
Alto = 5 Medio = 3 Bajo = 1

**Tabla 13** Matriz de calificación simple

ID	Riesgo	F.Anticipación	E. al Riesgo	Puntuación
1.1	Comunicación deficiente con el proveedor	Medio	Medio	6
1.2	Supervisión limitada de equipos del proveedor	Medio	Medio	6
1.3	Dependencia de personal clave del proveedor	Medio	Alto	10
2.1	Incumplimiento de plazos de entrega de UPS y materiales por parte de los proveedores	Corto	Alto	18
2.2	Demoras en instalación de cableado e interruptores tercerizados	Medio	Alto	10
2.3	Integración insuficiente entre los UPS y la infraestructura existente	Medio	Medio	6
2.4	Falta de experiencia del proveedor con configuraciones 2N	Largo	Medio	3
3.1	Variaciones en cotizaciones de equipos o servicios incluidos en el RFI	Medio	Medio	6
3.2	Sobrecostos por trabajos adicionales no contemplados en el contrato	Medio	Muy Alto	12
3.3	Penalizaciones contractuales	Largo	Muy	6

	por incumplimiento de SLA acordados en el RFI		Alto	
4.1	Retrasos en la obtención de permisos o certificaciones	Medio	Medio	6
4.2	Cambios regulatorios imprevistos que modifiquen requisitos de instalación	Largo	Alto	5
4.3	Interrupciones en el suministro eléctrico externo (red del proveedor de energía) durante las ventanas	Corto	Medio	9

Se utilizó la matriz de calificación simple como punto de partida para clasificar los riesgos identificados. Esta herramienta permitió asignar niveles cualitativos de exposición (bajo, medio o alto) basándose en el análisis conjunto y en la experiencia de los participantes. Gracias a su sencillez, fue posible realizar una primera jerarquización que facilitó la identificación de los riesgos más relevantes y orientó el enfoque hacia análisis más detallados en etapas posteriores.

### 3.7.3. Matriz de probabilidad-impacto

Cada riesgo fue valorado numéricamente en función de su probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial. La multiplicación de ambos factores generó una puntuación cuantitativa.

- **Probabilidad (P):**  
Muy baja = 0.1 Baja = 0.3 Media = 0.5 Alta = 0.7 Muy alta = 0.9
- **Impacto (I):**  
Bajo = 0.1 Moderado = 0.3 Alto = 0.5 Crítico = 0.7 Catastrófico = 0.9
- **Valor del riesgo (VR) = P × I**  
0.01–0.09 → Riesgo despreciable  
0.10–0.29 → Riesgo bajo  
0.30–0.49 → Riesgo medio  
0.50–0.69 → Riesgo alto  
0.70–0.81 → Riesgo muy alto  
0.82–0.90 → Riesgo crítico

**Tabla 14 Matriz Cuantitativa de Riesgos**

ID	Riesgo	Probabilidad (P)	Impacto (I)	Puntuación
1.1	Comunicación deficiente con el proveedor	0.5	0.3	0.15
1.2	Supervisión limitada de equipos del proveedor	0.5	0.3	0.15
1.3	Dependencia de personal clave del proveedor	0.5	0.5	0.25
2.1	Incumplimiento de plazos de entrega de UPS y materiales por parte de los proveedores	0.9	0.9	0.81
2.2	Demoras en instalación de cableado e interruptores tercerizados	0.7	0.5	0.35
2.3	Integración insuficiente entre los UPS y la infraestructura existente	0.5	0.3	0.15
2.4	Falta de experiencia del proveedor con configuraciones 2N	0.3	0.3	0.09
3.1	Variaciones en cotizaciones de equipos o servicios incluidos en el RFI	0.5	0.3	0.15
3.2	Sobrecostos por trabajos adicionales no contemplados en el contrato	0.7	0.7	0.49
3.3	Penalizaciones contractuales por incumplimiento de SLA acordados en el RFI	0.3	0.7	0.21
4.1	Retrasos en la obtención de permisos o certificaciones	0.5	0.3	0.15
4.2	Cambios regulatorios imprevistos que modifiquen requisitos de instalación	0.3	0.5	0.15
4.3	Interrupciones en el suministro eléctrico externo (red del proveedor de energía) durante las ventanas.	0.7	0.5	0.35

#### 3.7.4. Descripción de los Riesgos Identificados

En esta sección se detallan los riesgos más relevantes para este proyecto, considerando que gran parte de la ejecución será tercerizada. Los riesgos se agrupan por categoría, y se describen en función de su origen, impacto potencial

y contexto operativo.

### **Riesgos Humanos**

- **Comunicación deficiente con el proveedor:** La falta de canales claros, herramientas colaborativas o alineación en los entregables puede generar malentendidos, retrasos y errores en la ejecución técnica.
- **Supervisión limitada de equipos del proveedor:** Si no se establecen mecanismos de control adecuados, el cliente puede perder visibilidad sobre el avance real, calidad de instalación o cumplimiento de estándares.
- **Dependencia de personal clave del proveedor:** La salida inesperada de técnicos especializados o la falta de redundancia en roles críticos puede comprometer la continuidad del proyecto, especialmente en fases técnicas sensibles.

### **Riesgos Técnicos**

- **Incumplimiento de plazos de entrega de UPS y materiales:** Retrasos en la logística, aduanas o fabricación pueden afectar el cronograma general y activar penalizaciones contractuales.
- **Demoras en instalación de cableado e interruptores tercerizados:** La falta de coordinación entre subcontratistas o errores en planos puede generar reprogramaciones y sobrecostos.
- **Integración insuficiente entre los UPS y la infraestructura existente:** Incompatibilidades técnicas, falta de pruebas previas o documentación incompleta, pueden afectar la redundancia y confiabilidad del sistema.
- **Falta de experiencia del proveedor con configuraciones 2N:** Si el proveedor no ha trabajado con arquitecturas de alta disponibilidad, pueden surgir errores en diseño, instalación o pruebas de carga.

### **Riesgos Económicos**

- **Variaciones en cotizaciones de equipos o servicios incluidos:** Cambios en precios de mercado, alcance técnico pueden alterar el

presupuesto estimado.

- **Sobrecostos por trabajos adicionales no contemplados en el contrato:** Solicitudes de cambio, ajustes técnicos o imprevistos pueden generar costos no previstos si no se gestionan formalmente.
- **Penalizaciones contractuales por incumplimiento de SLA acordados en el contrato:** Desviaciones en tiempos, calidad o entregables pueden activar cláusulas de penalización, afectando el margen financiero del proyecto.

### **Riesgos Externos**

- **Retrasos en la obtención de permisos o certificaciones:** Aunque esta responsabilidad recae sobre el proveedor, cualquier demora puede impactar el cronograma final.
- **Cambios regulatorios imprevistos que modifiquen requisitos de instalación:** Actualizaciones normativas pueden requerir rediseños o ajustes técnicos no contemplados inicialmente.
- **Interrupciones en el suministro eléctrico externo durante ventanas de instalación y migración:** Cortes no planificados en la red del proveedor de energía pueden afectar la transición entre sistemas, generando riesgos operativos y de disponibilidad.

#### **3.7.5. Ciclo de Vida del Proyecto**

En esta sección, se define bajo el criterio del equipo de trabajo la probabilidad de que los riesgos previamente identificados ocurran durante el ciclo de vida del proyecto. La probabilidad se clasifica según la escala clasificada en la tabla, la cual ayuda a priorizar los riesgos y aplicar estrategias adecuadas de mitigación. A continuación, se presentan las probabilidades de ocurrencia de dichos riesgos.

**Tabla 15** Ocurrencia de los riesgos en el ciclo de vida del proyecto

ID	Riesgo	Probabilidad	Justificación
1.1	Comunicación deficiente con el proveedor	70%	Es común la ambigüedad entre las partes y errores en los entregables
1.2	Supervisión limitada de equipos del proveedor	50%	Se provee el monitoreo del proveedor durante los trabajos, pero esto dependerá de la disponibilidad del cliente
1.3	Dependencia de personal clave del proveedor	25%	En proyectos con vida corta (menor a un año) esto no debería ser un problema mayor.
2.1	Incumplimiento de plazos de entrega de UPS y materiales por parte de los proveedores	75%	Equipos traídos del extranjero presentan riesgos visibles al ciclo de vida del proyecto.
2.2	Demoras en instalación de cableado e interruptores tercerizados	30%	Coordinación tercerizada, pero con cronograma definido.
2.3	Integración insuficiente entre los UPS y la infraestructura existente	30%	La documentación y experiencia previa del proveedor garantiza la mitigación de esto.
2.4	Falta de experiencia del proveedor con configuraciones 2N	10%	Se deben validar las experiencias previas del proveedor
3.1	Variaciones en cotizaciones de equipos o servicios incluidos en el contrato	50%	Mercado volátil y cotizaciones sujetas a cambios por alcance técnico
3.2	Sobrecostos por trabajos adicionales no contemplados en el contrato	35%	Riesgo latente si no se gestiona adecuadamente el control de cambios.
3.3	Penalizaciones contractuales por incumplimiento de SLA acordados en el RFI	15%	Contrato deberá incluir cláusulas claras y seguimiento continuo.
4.1	Retrasos en la obtención de permisos o certificaciones	30%	Depende de terceros, aunque el proveedor tiene experiencia en trámites similares.

4.2	Cambios regulatorios imprevistos que modifiquen requisitos de instalación	5%	No se prevén actualizaciones normativas en el corto plazo.
4.3	Interrupciones en el suministro eléctrico externo (red del proveedor de energía) durante las ventanas	15%	Se coordinará con el proveedor de energía para evitar interferencias.

### Factor de Anticipación

La identificación de factores de anticipación permite prever los riesgos según el momento en el que pueda ocurrir. La clasificación se definió en corto, medio, o largo plazo con el fin de priorizar acciones de mitigación y asignar recursos de prevención.

**Tabla 16** Factor de anticipación de los riesgos en el ciclo de vida del proyecto

ID	Riesgo	Factor de anticipación	Justificación
1.1	Comunicación deficiente con el proveedor	Alto	Puede detectarse desde la fase de planificación mediante revisión de alcance y canales de comunicación.
1.2	Supervisión limitada de equipos del proveedor	Medio	Se evidencia durante la ejecución, pero puede mitigarse con controles definidos en el plan de gestión.
1.3	Dependencia de personal clave del proveedor	Bajo	Difícil de prever; depende de decisiones internas del proveedor y rotación de personal.
2.1	Incumplimiento de plazos de entrega de UPS y materiales por parte de los proveedores	Medio	Puede anticiparse parcialmente mediante seguimiento logístico y cláusulas contractuales.
2.2	Demoras en instalación de cableado e interruptores tercerizados	Medio	Depende de la coordinación entre subcontratistas; puede anticiparse con cronogramas detallados.

2.3	Integración insuficiente entre los UPS y la infraestructura existente	Alto	Detectable en fase de diseño técnico y pruebas de compatibilidad previas.
2.4	Falta de experiencia del proveedor con configuraciones 2N	Alto	Validable desde el proceso de selección mediante revisión de historial técnico y referencias.
3.1	Variaciones en cotizaciones de equipos o servicios incluidos en el contrato	Bajo	Difícil de prever; depende de condiciones del mercado y decisiones externas.
3.2	Sobrecostos por trabajos adicionales no contemplados en el contrato	Medio	Puede anticiparse si se gestiona adecuadamente el control de cambios y alcance.
3.3	Penalizaciones contractuales por incumplimiento de SLA acordados en el RFI	Alto	Previsible si se monitorean entregables, tiempos y cumplimiento desde el inicio.
4.1	Retrasos en la obtención de permisos o certificaciones	Medio	Depende de terceros, pero puede preverse con cronograma legal y experiencia previa.
4.2	Cambios regulatorios imprevistos que modifiquen requisitos de instalación	Bajo	Difícil de anticipar; depende de entes externos y factores políticos o normativos.
4.3	Interrupciones en el suministro eléctrico externo (red del proveedor de energía) durante las ventanas	Bajo	Poco predecible; depende de proveedor de energía y condiciones externas no controlables. Se puede mantener en control las ventanas programadas.

### **Categorías de los Riesgos**

En esta sección, se clasifica cada uno de los riesgos previamente identificados según variables claves provenientes de los resultados de las matrices de calificación simple (F. de anticipación & E. del riesgo, matriz de probabilidad-impacto, impacto múltiple (costo, plazo, alcance, y calidad). Esta categorización permite priorizar los riesgos en función de su impacto potencial en el proyecto. De esta forma, se asigna a cada

riesgo una categoría de alta, media, o baja prioridad, con el fin de facilitar la toma de decisiones correctivas para la gestión del riesgo.

### **Alta Prioridad**

- **Retraso de Proveedores para la Entrega de Productos:** Aunque tiene buena capacidad de anticipación, su alta probabilidad y el hecho de que gran parte del proyecto depende de estos entregables lo convierten en un riesgo crítico.
- **Sobrecostos por Trabajos Adicionales No Contemplados:** Este riesgo tiene una probabilidad significativa y afecta directamente el presupuesto, lo que puede comprometer el alcance si no se gestiona oportunamente.
- **Interrupciones en el Suministro Eléctrico durante la Ventana de Migración:** Su impacto es alto en la continuidad operativa, y aunque puede anticiparse parcialmente, requiere medidas preventivas robustas.
- **Fallas en la Coordinación de Tareas entre Proveedores:** Este riesgo tiene una alta exposición por la interdependencia de actividades, y puede generar retrasos acumulativos si no se gestiona con precisión.

### **Media Prioridad**

- **Demoras en la Instalación de Cableado e Interruptores:** Tiene una probabilidad moderada y puede afectar el cronograma, pero es controlable mediante una planificación detallada.
- **Supervisión Técnica Limitada por Parte del Cliente:** Aunque el impacto es medio, puede ser mitigado con auditorías periódicas y revisión de entregables.
- **Desalineación entre los UPS y la Infraestructura Existente:** Riesgo técnico con impacto moderado, anticipable mediante pruebas de compatibilidad y revisión de planos.
- **Retrasos en la Aprobación de Permisos Técnicos:** Depende de

terceros, con impacto medio en el cronograma, pero puede ser gestionado con seguimiento administrativo.

- **Variabilidad en los Costos de Equipos Cotizados:** Aunque el impacto económico es relevante, su probabilidad es moderada y puede ser absorbido dentro de márgenes de contingencia.
- **Comunicación Fragmentada entre las Partes Involucradas:** Este riesgo afecta la eficiencia operativa, pero puede ser mitigado con canales formales y reuniones de seguimiento.

### **Baja Prioridad**

- **Penalizaciones por Incumplimiento de SLA:** Riesgo contractual con baja probabilidad si se mantiene el control sobre los entregables y tiempos acordados.
- **Cambios Regulatorios que Afecten la Instalación:** Aunque pueden tener implicaciones técnicas, su ocurrencia es poco frecuente y su impacto indirecto.
- **Limitada Experiencia del Proveedor en Configuraciones 2N:** Este riesgo puede ser validado en la etapa de selección técnica, lo que reduce su probabilidad y facilita su anticipación.

### **3.7.6. Planificar la Respuesta a los Riesgos**

En este apartado se definen las acciones necesarias para manejar los riesgos identificados. Usando referencias como el PMBOK Guide y la norma ISO 31000, se seleccionan estrategias según su impacto y probabilidad mencionados en los puntos anteriores. También se incluyen los recursos requeridos para ejecutar cada atención.

**Tabla 17** Respuestas para Riesgo Humano

ID	Riesgo	Tipo de Respuesta	Acciones propuestas	Recursos Invertidos
1.1	Comunicación deficiente con el proveedor	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones semanales con actas formales</li> <li>• Canales únicos de comunicación</li> <li>• Herramientas colaborativas para trazabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Project Managers</li> <li>• Herramientas de comunicación (Teams, Zoom)</li> </ul>
1.2	Supervisión limitada de equipos del proveedor	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asignar personal técnico del cliente</li> <li>• Establecer puntos de control en el cronograma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero residente</li> <li>• Cronograma de inspecciones</li> <li>• Formatos de revisión técnica</li> </ul>
1.3	Dependencia de personal clave del proveedor	Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validar disponibilidad en fase de contratación</li> <li>• Documentar procedimientos críticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinador de proveedor</li> <li>• Manuales operativos</li> <li>• Plan de contingencia de talento</li> </ul>

Los riesgos humanos como la comunicación deficiente, la supervisión limitada y la dependencia de personal clave afectan la coordinación, la calidad del trabajo y la continuidad operativa. Para enfrentarlos, se proponen estrategias como reuniones estructuradas (PMI), supervisión técnica directa, y planes de contingencia de talento (SHRM). Estas medidas fortalecen la colaboración, reducen errores y aseguran la disponibilidad de recursos críticos en todas las fases del proyecto.

**Tabla 18** Respuestas para Riesgo Técnico

ID	Riesgo	Tipo de Respuesta	Acciones propuestas	Recursos Invertidos
2.1	Incumplimiento de plazos de entrega de UPS y materiales por parte de los proveedores	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cláusulas contractuales con penalizaciones</li> <li>• Cronograma detallado con hitos</li> <li>• Identificación de proveedores alternativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinador logístico</li> <li>• Asesor legal</li> <li>• Presupuesto de contingencia</li> </ul>
2.2	Demoras en instalación de cableado e interruptores tercerizados	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar cronograma con terceros</li> <li>• Establecer entregables intermedios con fechas límite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinador técnico</li> <li>• Cronograma compartido</li> <li>• Herramientas de seguimiento</li> </ul>
2.3	Integración insuficiente entre los UPS y la infraestructura existente	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas de compatibilidad</li> <li>• Validación de planos eléctricos y especificaciones técnicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero eléctrico certificado</li> <li>• Documentación técnica</li> <li>• Simulaciones previas</li> </ul>
2.4	Falta de experiencia del proveedor con configuraciones 2N	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitar evidencia de proyectos previos</li> <li>• Revisión técnica antes de adjudicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comité de evaluación técnica</li> <li>• Historial de proyectos</li> <li>• Criterios de selección</li> </ul>

Los riesgos técnicos como demoras en instalaciones, fallas de integración y falta de experiencia especializada, pueden comprometer la funcionalidad y confiabilidad del sistema. Para mitigarlos, se aplican pruebas de compatibilidad, validación técnica anticipada y coordinación detallada (ISO/IEC 15288, IEEE Std 1233). Estas acciones aseguran que los componentes críticos se integren correctamente, reduciendo retrabajos y garantizando la calidad técnica del proyecto.

**Tabla 19** Respuestas para Riesgo Económico

ID	Riesgo	Tipo de Respuesta	Acciones propuestas	Recursos Invertidos
3.1	Variaciones en cotizaciones de equipos o servicios incluidos en el contrato	Transferencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incluir cláusulas de ajuste de precios en el contrato</li> <li>Solicitar cotizaciones con validez extendida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asesor financiero</li> <li>Revisión contractual</li> <li>Margen de contingencia presupuestaria</li> </ul>
3.2	Sobrecostos por trabajos adicionales no contemplados en el contrato	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar control de cambios formal</li> <li>Definir alcance técnico cerrado desde el inicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Project Manager</li> <li>Comité de control de cambios</li> <li>Herramientas de gestión</li> </ul>
3.3	Penalizaciones contractuales por incumplimiento de SLA acordados en el contrato	Transferencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incluir cláusulas claras en el contrato con indicadores medibles</li> <li>Establecer seguimiento mensual de cumplimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asesor legal</li> <li>Sistema de monitoreo de SLA</li> <li>Reportes periódicos</li> </ul>

Los riesgos económicos como la variabilidad de precios, los sobrecostos y las penalizaciones contractuales afectan la estabilidad financiera del proyecto. Para gestionarlos, se aplican cláusulas de ajuste, controles de cambios y seguimiento contractual, conforme a buenas prácticas del PMBOK Guide, ISO 21500 y AACE International. Estas medidas permiten mantener el presupuesto bajo control, reducir incertidumbres y proteger los intereses del cliente y del proveedor.

**Tabla 20** Respuestas para Riesgo Externo

ID	Riesgo	Tipo de Respuesta	Acciones propuestas	Recursos Invertidos
4.1	Retrasos en la obtención de permisos o certificaciones	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciar trámites en paralelo con otras actividades</li> <li>• Asignar responsable exclusivo para seguimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestor documental</li> <li>• Tiempo administrativo</li> <li>• Contacto con entes reguladores</li> </ul>
4.2	Cambios regulatorios imprevistos que modifiquen requisitos de instalación	Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear boletines oficiales y actualizaciones normativas</li> <li>• Mantener contacto con entes reguladores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asesor normativo</li> <li>• Tiempo de revisión</li> <li>• Acceso a fuentes oficiales</li> </ul>
4.3	Interrupciones en el suministro eléctrico externo (red del proveedor de energía) durante las ventanas	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar con el proveedor de energía las ventanas de trabajo</li> <li>• Establecer respaldo temporal (UPS móviles o generadores)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicos eléctricos</li> <li>• Equipos de respaldo</li> </ul>

Los riesgos externos como trámites regulatorios, cambios normativos y fallas en el suministro eléctrico están fuera del control directo del equipo del proyecto. Para enfrentarlos, se recomienda iniciar trámites anticipadamente, establecer contacto con entes reguladores y coordinar con proveedores externos, siguiendo lineamientos de ISO 31000, COBIT 5 y el PMI Risk Management Framework. Estas acciones permiten anticipar escenarios adversos y mantener la continuidad operativa.

Para fines de seguimiento interno de la compañía, existe una versión condensada de estas tablas que permite tener una visión general de los riesgos asociados a este proyecto durante toda su vida que se presenta a continuación y se registra como documento que evoluciona durante

varias iteraciones lo que asegura la mejora continua del proyecto.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS										ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS				PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS					CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS	
N°	FECHA DE IDENTIFICACIÓN	TIPO	CAUSA	DESCRIPCIÓN / RIESGO	EFFECTO	ÁREA AFECTADA	IMPACTO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	PRECISIÓN	PRIORIDAD	ESTRATEGIA DE RESPUESTA	ACCIONES A TOMAR	RESPONSABLE DE ELABORAR LA ESTRATEGIA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	FECHA OBJETIVO DE IMPLEMENTACIÓN	ESTATUS	RECOMENDACIONES OBSERVACIONES	
									0											
									0											
									0											

**Ilustración 12** Plantilla para el registro de riesgos del proyecto

### 3.8. Matriz de comunicación

Se requiere una estrategia de comunicación robusta que garantice la coordinación eficaz entre las partes interesadas. La matriz de comunicación define los canales, frecuencias y responsables de cada interacción crítica para asegurar el flujo oportuno de información técnica, operativa, contractual y estratégica. La claridad en la comunicación es esencial para evitar retrasos, gestionar adecuadamente las expectativas de los interesados, documentar el cumplimiento de hitos, y facilitar la toma de decisiones durante todas las fases del proyecto, desde el diseño hasta la puesta en marcha.

Tal como lo establece el Project Management Institute, *la comunicación eficaz crea un puente entre los diferentes interesados en el proyecto, que pueden tener diferentes antecedentes culturales y organizacionales, niveles de experiencia, perspectivas e intereses.*

**Tabla 21** Matriz de Comunicación

N.º	Interesado	Rol	Tipo	Medio	Frecuencia	Responsable	Observaciones
1	Dirección Ejecutiva / Inversores	Alta Gerencia / Patrocinadores	Avances ejecutivos, CAPEX, KPIs financieros	Reporte ejecutivo, reunión	Mensual	Gerente de Proyecto	Información resumida, enfocada en ROI, hitos clave y riesgos mayores
2	Gerente de Infraestructura & Data Center	Usuario clave / Aprobador técnico	Avances técnicos, cambios de alcance, aprobación de entregables	Teams / Reunión técnica	Quincenal	Coordinador Técnico	Validación de ventanas de mantenimiento, diseños eléctricos, pruebas y comisionamiento
3	Proveedores de UPS y cableado	Ejecutores externos / Contratistas	Entregables, cronograma, requerimientos, logísticos	Email / Reuniones de seguimiento	Según fase / hitos	Coordinador de Ingeniería	Obligatorio mantener cronograma actualizado y emitir actas de avance
4	Personal de Operaciones del IDC	Usuario final / Soporte operativo	Capacitación, manuales, procedimientos de operación	Taller presencial, correo	Al cierre del proyecto	QA / Proveedor	Se gestiona la transferencia operativa y la aceptación formal
5	Gerencia de Seguridad y Cumplimiento	Revisor normativo / Auditor interno	Normativas eléctricas cumplimiento NFPA/ISO	Email, revisión documental	Puntual (previo a entregas)	QA / PM	Participa en auditorías internas y revisa reportes técnicos

		no					
6	Clientes Corporativos (afectos por ventanas)	Usuarios externos / Clientes de colocación	Anuncios de ventanas de mantenimiento, posibles afectaciones	Correo institucional	Según necesidad (pre-mantenimiento)	Área Comercial / Técnico de Operaciones	Requiere coordinación para minimizar el impacto operativo
7	Uptime Institute (opcional, si aplica)	Certificador externo (Tier III)	Documentación técnica para soporte de certificación futura	Plataforma / Email	A solicitud	Coordinador Técnico / QA	Solo si se busca recertificación o validación postproyecto

Dentro de la organización, se utilizará una matriz estandarizada para llevar el manejo de la comunicación de forma integral durante el ciclo de vida de los proyectos. A continuación, se adjunta la tabla.

Plantilla para el Manejo de Comunicación durante los Proyectos							<table border="1"> <tr><td>CODIGO</td><td></td></tr> <tr><td>VERSIÓN</td><td>4</td></tr> <tr><td>EMISIÓN</td><td>17/08/2016</td></tr> <tr><td>REVISIÓN</td><td>06/03/2020</td></tr> <tr><td>CLASIFICACIÓN</td><td>INTERNA</td></tr> </table>		CODIGO		VERSIÓN	4	EMISIÓN	17/08/2016	REVISIÓN	06/03/2020	CLASIFICACIÓN	INTERNA
CODIGO																		
VERSIÓN	4																	
EMISIÓN	17/08/2016																	
REVISIÓN	06/03/2020																	
CLASIFICACIÓN	INTERNA																	
Objetivo: Planear el manejo de la comunicación durante los proyectos y así llevar un mejor control de los mismos.																		
Fase	Tipo	Información	Objetivo	Frecuencia	Formato	Medio	Responsable	Destinatarios										
<i>Inicio, planificación, ejecución, cierre</i>	<i>Notificaciones, solicitudes, convocatorias</i>	<i>Kick off, asignación del proyecto, asignación de recursos, seguimientos</i>		<i>Bajo demanda, semanal, mensual</i>		<i>correo virtual, presencial</i>												
Este documento será distribuido según lo establecido en la Política de Clasificado y Etiquetado de Documentos. La versión vigente de este documento es la publicada en la herramienta de Gestión Documental.																		

**Ilustración 13** Plantilla para el Manejo de Comunicación durante los Proyectos

### 3.9. Plan de Calidad

Este plan asegura que los entregables del proyecto cumplan con los estándares y requisitos definidos, garantizando la fiabilidad y el desempeño de la nueva infraestructura. Tal como lo establece el PMBOK, *el propósito de la gestión de la calidad del proyecto es incorporar las políticas de calidad de la organización, así como los requisitos del proyecto, en los procesos del proyecto y en los entregables finales.*

#### 3.9.1. Objetivos de Calidad

- Asegurar que la capacidad eléctrica se incremente a 1290 kW de forma estable y segura.
- Garantizar una disponibilidad del 99.982%, alineada con la certificación Tier III.
- Cumplir con todas las normativas de seguridad eléctrica aplicables en Panamá (REIP, NFPA 70E) y los estándares del Uptime Institute.
- Lograr una transición sin interrupciones no planificadas durante la migración de la carga.
- Validar que todos los entregables (planos, protocolos de prueba, manuales y reportes) se presenten completos, firmados y acordes a los estándares.

#### 3.9.2. Estándares de Calidad Aplicables

- **Uptime Institute:** Tier III Standard (Diseño, Facilidad y Sostenibilidad Operacional).
- **ISO/IEC 27001:** Para la seguridad de la información y controles físicos.
- **NFPA 70 (National Electrical Code):** Para el diseño e instalación de sistemas eléctricos.
- **NFPA 70E:** Para la seguridad eléctrica en el lugar de trabajo.
- **Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Panamá (REIP):** Supervisado por la SPIA y el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Panamá.

### 3.9.3. Roles y Responsabilidades de Calidad

- **Gerente de Proyecto**
  - Responsable final de la calidad del proyecto.
  - Aprueba el plan de calidad y asegura que se implementen las auditorías.
- **Gerente de Infraestructura / Data Center**
  - Valida que los entregables cumplan con los requisitos operativos y técnicos del centro de datos.
- **Equipo de Trabajo (Ingeniería)**
  - Realiza las inspecciones técnicas, supervisa las instalaciones y ejecuta las pruebas de calidad.
- **Proveedores**
  - Responsables de entregar equipos y servicios que cumplan con las especificaciones técnicas y estándares de calidad acordados en el contrato.

**Tabla 22** Actividades de Control y Aseguramiento de la Calidad

Actividad	Responsable	Momento de Aplicación	Evidencia/Resultado
<b>Revisión de especificaciones técnicas</b>	Gerente de Ingeniería	Fase de planeación	Aprobación de planos y fichas técnicas
<b>Verificación de materiales recibidos</b>	QA / Líder Técnico	Recepción de equipos	Reporte de recepción
<b>Control de instalación (Checklist técnico)</b>	QA / Contratista	Durante instalación	Informe de cumplimiento de instalación
<b>Pruebas de comisionamiento</b>	QA / Proveedor	Final de instalación	Reporte de pruebas firmado
<b>Capacitación técnica al personal</b>	Proveedor / QA	Cierre del proyecto	Lista de asistencia, material entregado
<b>Validación de entregables</b>	PM / QA	Cierre del proyecto	Acta de recepción final

**Tabla 23** Indicadores de Desempeño

KPI	Fórmula / Fuente	Objetivo
<b>Índice de cumplimiento técnico</b>	N° Entregables aprobados / total entregables	Evaluar ejecución conforme a diseño
<b>Tasa de retrabajo</b>	N° Retrabajos / total actividades	Medir eficiencia y control de calidad
<b>Tiempo promedio de cierre de RNC</b>	Sumatoria de días / N° De RNC	Controlar eficacia de acciones correctivas
<b>Porcentaje de cumplimiento normativo</b>	N° Actividades cumplidas según norma / total	Medir conformidad con NFPA, IEC, ISO, etc.

**Nota:** Para la ejecución de estas actividades, se deben emplear los checklists de Verificación Técnica en Sitio, Control Documental y Pruebas y Seguimiento de Calidad y Mejora Continua, con el fin de asegurar el cumplimiento de los estándares establecidos.

#### 3.9.4. Actividades y Herramientas de Control de Calidad

- Inspección de Recepción
- Checklist de Llegada de UPS, gabinetes MBC, baterías y accesorios.
- Verificación de certificados de fábrica y conformidad UL/IEC.
- Pruebas de Instalación
- Test de rotación de fases, continuidad de tierra y verificación de breakers.
- Simulación de carga N y 2N; registro de tiempos de transferencia.
- Comisionamiento (FAT/SAT)
- Documentación de cada paso en el Formulario de Protocolo de Revisión de Entrega.
- Validación de redundancia total: cada UPS debe asumir 100 % de carga.
- Auditorías Internas
- Lista de verificación PMBOK adaptada para proyectos de infraestructura Tier III.

- Informe de hallazgos clasificado por crítico, mayor o menor.
- Herramientas de Calidad
- Diagrama de Ishikawa para causas de no conformidades eléctricas.
- Diagrama de Pareto para priorizar hallazgos de instalación.
- Checklists de FAT/SAT y hojas de verificación de cableado.
- Procedimientos de No Conformidades y Mejora Continua.

#### **3.9.5. Registro de no conformidades (FRNC)**

- Cada hallazgo documentado incluye fecha, descripción, gravedad, responsable y estado de cierre.

#### **3.9.6. Acciones correctivas**

- Análisis de causa raíz (cinco (5) Porqués, Ishikawa)
- Plan de acción con responsables, recursos y fechas

#### **3.9.7. Verificación de eficacia durante al menos un ciclo de operación**

- **Ciclo de Mejora (PDCA)**
- **Plan:** identificar oportunidad a partir de KPIs de calidad
- **Do:** ejecutar ajuste en cableado, configuración o procedimientos
- **Check:** comparar indicadores pre y post-ajuste
- **Act:** estandarizar mejora en manuales y checklists.

### **3.10. Informes de seguimiento**

El informe de seguimiento se emite con una periodicidad quincenal y contiene un resumen ejecutivo del avance general del proyecto. Este documento permite mantener informados a los principales interesados y constituye un insumo para la toma de decisiones en comités de seguimiento. El cual debe ser enviado previamente por correo a los interesados.

Según el Project Management Institute (PMI), *“el proceso de Controlar la Calidad consiste en supervisar y registrar los resultados de la ejecución*

del proyecto para evaluar el desempeño y garantizar que se cumplen los estándares de calidad relevantes” (PMI, 2021). Esta práctica forma parte de las mejores metodologías aplicadas en gestión de proyectos, ya que permite implementar acciones correctivas oportunas, asegurar la conformidad técnica de los entregables y fomentar la mejora continua.

**Tabla 24** KPIs Aplicables

KPI	Fórmula	Resultado Actual	Meta Esperada
Índice de cumplimiento técnico	5/6 entregables conformes	83.3 %	≥ 80 %
Tasa de retrabajo	2 retrabajos / 6 actividades evaluadas	33 %	≤ 10 %
Tiempo promedio de cierre de RNC	(2+3 días) / 2 RNCs	2.5 días	≤ 5 días
% Cumplimiento normativo (NFPA, IEC, ISO)	6/6 cumplen normativa	100 %	100 %
Satisfacción del cliente interno	Evaluación post-entrega (promedio: 4.6/5)	92 %	≥ 85 %

**Nota:** Como hito de entrega final se deben emplear el Formulario para el Protocolo de Revisión de Entrega de Proyectos para los Centros de Datos, con el fin de asegurar el cumplimiento de los estándares establecidos y para el envío de informes ejecutivo se deben enviar la plantilla de informes ejecutivos.

Formulario para el Protocolo de Revisión de Entrega de Proyectos para los Centros de Datos		CODIGO	
		REVISION	1
		VERSION	14/12/2017
		REVISION	14/12/2017
		FIGURA	1 de 2
		CLASIFICACION	NO PUBLICA

**Fecha:** EDI/MAR/16

**Proyecto:** «Nombre del Proyecto»

**Ámbito:** «URP, Dimensiones, etc.»

**Responsable del Proyecto:** Persona quien desarrollo e implementó el proyecto

**Responsable Revisor del Proyecto:** Persona o Operaciones quien recibe el sistema.

Aplicación del Formulario: El presente formulario debe ser impreso y completado por el Encargado del Proyecto, para su entrega al Equipo de Operaciones. El original debe reposar en la carpeta tipo "Portafolio" del proyecto.

**1. Presentación de la Información Documental**

#	Documento	Controla	No controla	Produce	No aplica	Observaciones
1.1	Se presenta en "formato" o con cubiertas encuadrado o engargado					

**Observaciones:**

**2. Portada del Portafolio**

#	Documento	Controla	No controla	Produce	No aplica	Observaciones
2.1	Se indica el nombre del proyecto					
2.2	Tiene las hojas del proyecto.					
2.3	Se indica el nombre del proveedor(s) o contratista(s).					
2.4	Se indica el tipo de sistema perteneciente a información (Sistema modular, seguridad, telecomunicaciones, otros)					
2.5	Tiene la fecha de realización del contrato					

Este documento está distribuido según lo establecido en la Política de Clasificación y Etiquetado de Documentos. La versión original de este documento se guardará en la carpeta de los Centros de Datos.

Formulario para el Protocolo de Revisión de Entrega de Proyectos para los Centros de Datos		CODIGO	
		REVISION	1
		VERSION	14/12/2017
		REVISION	14/12/2017
		FIGURA	2 de 2
		CLASIFICACION	NO PUBLICA

**Observaciones:**

**3. Documentación Física**

Nota: Se revisará personal el presente documento la lista de documentos, manuales e instructivos entregados.

#	Documento	Controla	No controla	Produce	No aplica	Observaciones
3.1	Se indica los datos de contacto del Proveedor(s) o Contratista(s) del Proyecto					
3.2	Se indica la carta de recepción de la obra					

**3.1. Documentación del Proyecto**

3.1.1	Cadena y atribuciones del Proyecto.					
3.1.2	Se indica atribuciones de proveedor del proveedor (as) y contratista (s).					
3.1.3	Se indica control de cambios.					
3.1.4	Se indica que <b>Revisado</b> o <b>No Revisado</b> (RP).					
3.1.5	Documentación asociada por acciones de equipos en la infraestructura de la red.					
3.1.6	Atribuciones de Comité de Cambios (Operaciones - CC).					

**3.4. Información Técnica**

3.4.1	Manuales técnicos de los equipos y componentes más importantes.					
3.4.2	Memoria descriptiva de la solución por sistema.					
3.4.3	Secuencia de operación de los acciones.					
3.4.4	Manuales de Calibración del Sistema.					
3.4.5	Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento de los equipos.					

Este documento está distribuido según lo establecido en la Política de Clasificación y Etiquetado de Documentos. La versión original de este documento se guardará en la carpeta de los Centros de Datos.

Formulario para el Protocolo de Revisión de Entrega de Proyectos para los Centros de Datos		CODIGO	
		REVISION	1
		VERSION	14/12/2017
		REVISION	14/12/2017
		FIGURA	3 de 3
		CLASIFICACION	NO PUBLICA

#	Documento	Controla	No controla	Produce	No aplica	Observaciones
3.4.6	Instructivos, específicos de operación, mantenimiento, tareas.					
3.4.7	Diagrama de instalación.					
3.4.8	Libro de recepción e fiscalización para los mantenimientos.					
<b>3.5. Protocolos</b>						
3.5.1	Planos y protocolos de ataque los equipos.					
3.5.2	Resultados de pruebas y acciones.					
3.5.3	Protocolos de mantenimiento de los equipos.					
3.5.4	Planos de Back.					
<b>3.6. Capacitaciones</b>						
3.6.1	Nombre de quien impartió la capacitación.					
3.6.2	Lista de participantes y lista de la capacitación.					
3.6.3	Título y el programa de la capacitación.					
<b>3.7. Cierre del Proyecto</b>						
3.7.1	Se entrega la documentación del proyecto en digital y físico.					

**Observaciones:**

Este documento está distribuido según lo establecido en la Política de Clasificación y Etiquetado de Documentos. La versión original de este documento se guardará en la carpeta de los Centros de Datos.

**Ilustración 14** Formulario para el Protocolo de Revisión de Entrega de Proyectos para los Centros de Datos

## CONCLUSIONES

La ampliación de 100 kVA en la infraestructura eléctrica del Centro de Datos de TIGO será desarrollada sobre la base de una planificación rigurosa y la aplicación del PMBOK® Guide, lo que permitirá equilibrar alcance, tiempo y costo sin sacrificar la calidad operativa (Project Management Institute, 2021; Kerzner, 2022). La definición temprana de roles y responsabilidades mediante matrices RACI, junto con un mapa de calor de interesados, facilitará la anticipación de conflictos y el alineamiento de expectativas, optimizando la toma de decisiones durante las fases de instalación y comisionamiento.

El enfoque de gestión de riesgos, con reservas calculadas por subactividad conforme a estudios especializados, permitirá responder con agilidad a variaciones en precios de materiales y demoras logísticas, manteniendo la disponibilidad del sistema UPS en niveles compatibles con la certificación Tier III (Rodríguez & Ward, 2022). Asimismo, la integración de procesos de control de calidad, auditorías internas y pruebas FAT/SAT garantizará la trazabilidad y el cumplimiento de normas internacionales como ISO/IEC 27001:2013 y NFPA 70E:2021, reforzando la resiliencia de la operación crítica y sentando un precedente de buenas prácticas para futuras expansiones.

## RECOMENDACIONES

La ejecución del proyecto bajo los estándares del PMBOK y el uso de metodologías estructuradas como la cascada ha permitido establecer una base sólida para la gestión técnica, financiera y operativa. Sin embargo, la mejora continua exige que las buenas prácticas ya implementadas por TIGO se refuercen y evolucionen con cada iteración.

Las plantillas institucionales para comunicación, checklist técnico, control de calidad y gestión de riesgos han demostrado ser herramientas eficaces; su uso sistemático debe mantenerse como parte del protocolo operativo estándar, pero también revisarse periódicamente para incorporar aprendizajes y adaptarse a nuevas exigencias normativas o tecnológicas.

La trazabilidad documental, la claridad en los canales de comunicación y la asignación precisa de responsabilidades han sido pilares del éxito en la planificación. Para fortalecer estos elementos, se recomienda fomentar espacios de retroalimentación entre los equipos técnicos y administrativos, donde se analicen los resultados de cada fase y se identifiquen oportunidades de ajuste. Asimismo, la gestión de riesgos debe seguir siendo proactiva, con énfasis en la revisión de matrices y escenarios antes de cada ventana crítica.

La cultura organizacional de TIGO, orientada a la estandarización y la resiliencia operativa, encuentra en estos proyectos una oportunidad para consolidar su liderazgo técnico y su capacidad de adaptación frente a entornos cambiantes.

## BIBLIOGRAFÍA

- 4CPL. (2024). Implementing ISO 27001 for Data Centers: Guide to Certification & Security. Recuperado de <https://www.4cpl.com>
- APC by Schneider Electric. (2016). Comparing UPS System Design Configurations (White Paper 75).
- Ayomaya, B. A. (2020). Designing Data Centers – Book 1: Power. Independently published.
- Encor Advisors. (2024). Tier 3 Data Center: The Ultimate Guide. Recuperado de <https://encoradvisors.com>
- García, L. (2019). Modelos de retorno de inversión y TCO en sistemas UPS. Tesis de Maestría, Universidad de Barcelona.
- High Knowledge GmbH. (2024). ISO 27001 Certification for Information Security in Data Centers. Recuperado de <https://www.hknow.de>
- International Organization for Standardization. (2013). ISO/IEC 27001:2013 – Information technology – Security techniques – Information security management systems – Requirements. ISO.
- Kerzner, H. (2022). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling (13th ed.). Wiley.
- Lifeline Data Centers. (2013). NFPA's Revised 70E Standards Increase the Demands on Data Centers. Recuperado de <https://lifelinedatacenters.com>
- López, M. (2020). Análisis de la carga eléctrica mensual y PUE en infraestructuras críticas. Tesis de Ingeniería, Universidad de Sevilla.
- National Fire Protection Association. (2021). NFPA 70E®: Standard for Electrical Safety in the Workplace. 2021 Edition. NFPA.
- National Fire Protection Association. (2023). NFPA 70®: National Electrical Code®. 2023 Edition. NFPA.
- Nehme, C. (2025). Power Backup Systems for Data Centers: UPS, Generators, and Redundancy. Independently published.
- Patterson, M. K., Costello, D., Grimm, M., Loeffler, M., Tschudi, W., & Coles, H. (2013). Strategies for effectively increasing data center energy efficiency. ASHRAE Transactions, 119, 15–26.
- Pérez, J. (2021). Gestión de la eficiencia energética en centros de datos. Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Madrid.
- PhoenixNAP. (2021). Data Center Tiers Classification Explained. Recuperado

de <https://phoenixnap.com>

Project Management Institute. (2021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition.

Rodríguez, A. (2018). Aplicación de PMBOK y matrices RACI en proyectos de infraestructura eléctrica. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia.

Sharma, A. (2024). Uninterruptible Power Supply: Architectures, Applications, and Design. CRC Press.

Uptime Institute. (2022). Tier Standard: Operational Sustainability. Recuperado de <https://uptimeinstitute.com>

Vertiv. (2015). Understanding 2015 Changes to NFPA 70E. Recuperado de <https://www.vertiv.com>

Yadav, N. (2019). ISO 27001 data center physical and network controls explained. Advisera. Recuperado de <https://advisera.com>

Brealey, R., Myers, S., & Allen, F. (2006). Principios de Finanzas Corporativas. McGraw-Hill.

Kerzner, H. (2017). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. Wiley.

Ramírez, D. (2019). Gestión presupuestaria moderna en proyectos empresariales. Revista de Economía y Gestión, 12(2), 55–72.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**2N (Redundancia completa):** Arquitectura de respaldo en sistemas eléctricos donde se duplican todos los componentes críticos. En la configuración 2N de UPS, cada unidad puede asumir el 100 % de la carga si la otra falla, garantizando continuidad operativa sin interrupciones.

**CAPEX / OPEX:** Clasificación de gastos del proyecto en inversión de capital (CAPEX) y gastos operativos (OPEX). Permite distinguir desembolsos de adquisición de activos de los costos recurrentes de operación y mantenimiento.

**Comisionamiento:** Proceso técnico mediante el cual se verifica, prueba y documenta que los sistemas instalados operan conforme a los requisitos del proyecto. Incluye simulaciones de carga, validación de redundancia y entrega formal de resultados.

**EDT (Estructura de Desglose del Trabajo):** Desglose jerárquico de las fases, entregables y actividades del proyecto. Sirve como base para la planificación, asignación de recursos y control de costos y tiempos.

**EVM (Gestión del Valor Ganado):** Metodología que combina alcance, tiempo y costo para medir el desempeño del proyecto. Indicadores como SPI y CPI se derivan de EVM para evaluar el estado del cronograma y el presupuesto.

**FAT/SAT (Factory Acceptance Test / Site Acceptance Test):** Pruebas de aceptación efectuadas en fábrica (FAT) y en sitio (SAT) para validar que los equipos cumplen con los requisitos técnicos antes y después de la instalación.

**ISO/IEC 27001:2013:** Norma internacional que establece los requisitos para implementar un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información. En centros de datos, exige controles físicos, redundancia energética y continuidad operativa.

**Matriz RACI:** Matriz de asignación de roles que define quién es Responsable (R), Aprueba (A), Consultado (C) e Informado (I) en cada actividad del proyecto.

**MBC (Maintenance Bypass Cabinet):** Gabinete de bypass de mantenimiento que permite aislar el UPS sin interrumpir la carga, facilitando intervenciones técnicas seguras durante operación continua.

**NFPA 70 / NFPA 70E:** Normas del National Fire Protection Association que regulan el diseño eléctrico (NFPA 70) y la seguridad en trabajos eléctricos (NFPA 70E). Son referencia técnica para instalaciones seguras en ambientes

industriales.

**PDCA (Plan-Do-Check-Act):** Ciclo de mejora continua que guía la planificación, ejecución, verificación y ajuste de procesos. Se emplea para validar la eficacia de acciones correctivas en proyectos.

**PDU (Power Distribution Unit):** Unidad de distribución eléctrica que reparte la energía desde los UPS hacia los equipos de TI. Su migración implica reconfigurar las rutas de alimentación para adaptarse a la nueva infraestructura.

**PMBOK Guide:** Guía del Project Management Institute que define estándares y buenas prácticas para la gestión de proyectos. Su séptima edición se organiza en principios y dominios de desempeño, adaptables a diferentes metodologías.

**PMIS (Project Management Information System):** Sistema de información que centraliza cronogramas, presupuestos, documentación y registros de cambio, ofreciendo visibilidad en tiempo real del avance y desempeño del proyecto.

**PUE (Power Usage Effectiveness):** Indicador de eficiencia energética de un centro de datos. Se calcula como la relación entre la energía total consumida por la instalación y la energía entregada a los equipos de TI.

**Reserva (Contingencia):** Porcentaje adicional del presupuesto destinado a cubrir imprevistos o variaciones en costos. Se calcula por actividad y se justifica con base en estudios técnicos y financieros.

**SPI / CPI (Schedule Performance Index / Cost Performance Index):** Indicadores derivadas de EVM que miden la eficiencia temporal (SPI) y financiera (CPI) del proyecto. Valores mayores a un (1) indican desempeño favorable.

**Tier III (Uptime Institute):** Certificación internacional que valida que un centro de datos puede mantener operaciones durante mantenimientos planificados. Requiere redundancia en todos los sistemas críticos y disponibilidad anual superior al 99.982 %.

**UPS (Uninterruptible Power Supply):** Sistema de alimentación ininterrumpida que proporciona energía eléctrica temporal ante cortes o fluctuaciones. En centros de datos, protege equipos críticos y permite mantener la operación hasta que entren en funcionamiento los respaldos de largo plazo.