

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL

(UCI)

PROPUESTA DE PROCESOS, TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL Y  
SEGUIMIENTO DE PROYECTOS DE DISEÑO DE CENTROS DE DATOS PARA LA  
COMPAÑÍA DCP

MELISSA RODRÍGUEZ GARCÍA

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

SAN JOSÉ, COSTA RICA

MARZO 2024

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL

(UCI)

Este proyecto final de graduación fue aprobado por la universidad como requisito parcial para optar por el grado de Maestría en Administración de proyectos

Yorleny Hidalgo

NOMBRE DEL TUTOR O TUTORA

---

NOMBRE DEL PROFESOR(A) LECTOR(A) n.º 1

---

NOMBRE DEL PROFESOR(A) LECTOR(A) n.º 2

Melissa Rodríguez García

NOMBRE DE LA PERSONA SUSTENTANTE

## **Dedicatoria**

Para Mo, por su incondicional compañía y apoyo hasta el último momento.

## **Agradecimientos**

A mis padres por fomentar una vida de aprendizaje continuo.

## Resumen

Este estudio se desarrolló en el contexto de la industria de los centros de datos, en la compañía DCP establecida en San José, Costa Rica. La investigación se centró en obtener una visión global de las implicaciones de la etapa de diseño de centros de datos, con el fin de mejorar los procesos de control y seguimiento que se utilizan en la empresa DCP. Los centros de datos son infraestructuras críticas que albergan y gestionan grandes volúmenes de datos para empresas y organizaciones.

Para llevar a cabo este estudio se realizó una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre el diseño de centros de datos y los procesos de control y seguimiento de la gestión de proyectos tomando como base la guía del Project Management Institute. Con este fin se utilizó la metodología deductiva abstracta para recopilar y analizar la información de ambos temas.

Los resultados de este estudio indican que los procesos de control y seguimiento en el diseño de centros de datos son vitales para garantizar la eficiencia y la calidad del proyecto. Además, se identificaron áreas de mejora, como la falta de estandarización en los procedimientos, la falta de seguimiento continuo durante todas las etapas del proyecto, la falta de herramientas adecuadas para el control y seguimiento y la necesidad de mejorar la comunicación entre los interesados.

Para esto, se definió una propuesta de técnicas, herramientas y procesos por implementar durante el control y seguimiento de la etapa de diseño de los centros de datos.

**Palabras clave:** KPI, métricas, seguimiento, control, desempeño, híbrido, adaptabilidad, incremental, calidad.

## Abstract

This document is the Final Graduation Project for the master's degree in project management at the University for International Cooperation (UCI). This research study aimed to gain a comprehensive understanding of the implications of the data center design phase to improve the control and monitoring processes used by DCP company. Data centers are critical infrastructures that house and manage large volumes of data for businesses and organizations.

To conduct this study, an extensive review of existing literature on data center design and project management control and monitoring processes was carried out, based on the Project Management Institute's guide. The deductive-abstract methodology was employed to gather and analyze information on both topics.

The findings of this study indicate that control and monitoring processes are crucial in data center design to ensure project efficiency and quality. Areas for improvement were identified, including the lack of standardization in processes, insufficient continuous monitoring throughout all project *stages*, inadequate tools for control and monitoring, and the need to enhance communication among stakeholders.

As a result, a proposal was formulated, outlining techniques, tools, and processes to be implemented during the control and monitoring of the data center design phase.

**Keywords:** KPI, Metrics, Tracking, Control, Performance, Hybrid, Adaptability, Incremental, Quality.

## Índice de contenido

Capítulo I. Introducción .....	23
1.1. Antecedentes .....	24
1.2. Problemática.....	32
1.3. Justificación del proyecto.....	35
1.4. Objetivo general .....	37
1.5. Objetivos específicos .....	37
Capítulo II. Marco teórico.....	38
2.1. Marco institucional.....	38
2.1.1. Antecedentes de la institución.....	38
2.1.2. Misión y visión.....	39
2.1.3. Misión.....	40
2.1.4. Visión .....	40
2.1.5. Estructura organizativa.....	41
2.1.6. Productos y servicios que ofrece .....	43
2.2. Teoría de administración de proyectos .....	45
2.2.1. Principios de la dirección de proyectos .....	45
2.2.1.1. Administración: ser un administrador diligente, respetuoso y cuidadoso. ....	46
2.2.1.2. Equipo: crear un entorno colaborativo del equipo de proyecto. ....	46
2.2.1.3. Interesados: involucrarse eficazmente con los interesados. ....	46
2.2.1.4. Valor: enfocarse en el valor. ....	46
2.2.1.5. Pensamiento sistémico: reconocer, evaluar y responder a las interacciones del sistema. ....	46

2.2.1.6. Liderazgo: demostrar comportamientos de liderazgo.....	47
2.2.1.7. Adaptación: adaptar en función del contexto. ....	47
2.2.1.8. Calidad: incorporar calidad en los procesos y los entregables. ....	47
2.2.1.9. Complejidad: navegar la complejidad. ....	47
2.2.1.10. Riesgo: optimizar las respuestas a los riesgos. ....	48
2.2.1.11. Adaptabilidad y resiliencia: adoptar la adaptabilidad y resiliencia. ....	48
2.2.1.12. Cambio: permitir el cambio para lograr el estado futuro previsto.....	48
2.2.2. Dominios de desempeño del proyecto.....	49
2.2.2.1. Dominio de desempeño de los interesados.....	49
2.2.2.2. Dominio de desempeño del equipo.....	49
2.2.2.3. Dominio de desempeño del enfoque de desarrollo y ciclo de vida. ....	49
2.2.2.4. Dominio de desempeño de la planificación.....	50
2.2.2.5. Dominio de desempeño del trabajo del proyecto. ....	51
2.2.2.6. Dominio de desempeño de la entrega.....	51
2.2.2.7. Dominio de desempeño de la medición.....	52
2.2.2.8. Dominio de desempeño de la incertidumbre. ....	52
2.2.3. Proyectos predictivos, adaptativos e híbridos .....	53
2.2.3.1. Proyectos predictivos.....	53
2.2.3.2. Proyectos adaptativos. ....	53
2.2.3.2.1. Incremental.....	54
2.2.3.2.2. Iterativo. ....	54
2.2.3.2.3. Ágil.....	54
2.2.3.3. Proyectos híbridos. ....	55



2.2.4. Administración, dirección o gerencia de proyectos .....	56
2.2.5. Áreas de conocimiento y procesos de la administración de proyectos .....	57
2.2.5.1. Gestión de la integración del proyecto. ....	57
2.2.5.2. Gestión del alcance del proyecto. ....	57
2.2.5.3. Gestión del cronograma del proyecto. ....	57
2.2.5.4. Gestión de los costos del proyecto.....	58
2.2.5.5. Gestión de los recursos del proyecto. ....	58
2.2.5.6. Gestión de las comunicaciones del proyecto. ....	58
2.2.5.7. Gestión de los riesgos del proyecto. ....	58
2.2.5.8. Gestión de las adquisiciones del proyecto. ....	59
2.2.5.9. Gestión de los interesados del proyecto.....	59
2.2.6. Ciclos de vida de los proyectos .....	62
2.2.6.1. Ciclo de vida de los proyectos híbridos. ....	62
2.2.6.2. Ciclo de vida de los proyectos predictivos. ....	64
2.2.6.3. Ciclo de vida de los proyectos adaptativos.....	65
2.2.7. Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos.....	65
2.2.7.1. Estrategia empresarial.....	65
2.2.7.2. Portafolios.....	65
2.2.7.3. Programas. ....	66
2.2.7.4. Proyectos.....	66
2.3. Situación actual y principales ejes de investigación .....	67
2.3.1. Situación actual del problema u oportunidad en estudio.....	67
2.3.2. Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio .....	69

	10
2.3.2.1. Centros de datos.....	69
2.3.2.1.1. Tipos de centros de datos.....	69
2.3.2.1.1.1. Empresarial o enterprise.....	70
2.3.2.1.1.2. Servicios administrados u hosting.....	70
2.3.2.1.1.3. Colocación u housing.....	70
2.3.2.1.1.4. Nube o cloud.....	70
2.3.2.1.1.5. Edge.....	70
2.3.2.2. Procesos de control y seguimiento.....	72
2.3.2.2.1. Metodologías que se han usado.....	74
2.3.2.2.2. Conclusiones y recomendaciones obtenidas.....	75
2.3.2.2.2.1. Conclusiones.....	75
2.3.2.2.2.2. Recomendaciones.....	76
2.3.3. Medición, comunicación y calidad.....	76
2.3.3.1. Importancia y definición de métricas y KPI.....	76
2.3.3.2. Storytelling o narrativa de datos y presentaciones ejecutivas.....	79
2.3.3.3. Aseguramiento de la calidad de los entregables.....	80
Capítulo III. Marco metodológico.....	83
3.1. Fuentes de información.....	83
3.1.1. Fuentes primarias.....	83
3.1.2. Fuentes secundarias.....	84
3.2. Métodos de investigación.....	87
3.2.1. Método deductivo.....	87
3.2.2. Método abstracción.....	88

	11
3.2.3. Método Delphi.....	88
3.3. Herramientas de investigación .....	90
3.4. Supuestos y restricciones .....	93
3.5. Entregables .....	94
Capítulo IV. Desarrollo.....	96
4.1. Visión general del proceso de diseño de los centros de datos.....	96
4.1.1. Qué es un centro de datos .....	96
4.1.2. Cuestionario n.º 1 .....	97
4.1.3. Principales hallazgos .....	114
4.2. Procesos, técnicas y herramientas de control y seguimiento (monitoreo) .....	124
4.2.1. Prince2 (PRojects IN Controlled Environments) .....	124
4.2.1.1. Bases para el control del progreso. ....	126
4.2.1.2. Revisión del progreso. ....	126
4.2.1.3. Registro e informe de lecciones.....	127
4.2.1.4. Reportar el progreso. ....	127
4.2.1.5. Excepciones. ....	127
4.2.1.6. Técnicas de evaluación del progreso. ....	127
4.2.1.7. Revisión de pares ( <i>peer review</i> ). ....	128
4.2.2. Controlar una etapa.....	128
4.2.2.1. Autorizar el paquete de trabajo.....	129
4.2.2.2. Revisar el estado del paquete de trabajo.....	131
4.2.2.3. Recibir el paquete de trabajo finalizado. ....	132
4.2.2.4. Revisar el estado de la gestión. ....	132

4.2.2.5. Informar sobre los aspectos más destacados. ....	134
4.2.2.6. Capturar y examinar problemas y riesgos. ....	135
4.2.2.7. Escalar problemas y riesgos.....	136
4.2.2.8. Tomar acción correctiva. ....	136
4.2.3. Proceso de control de los proyectos según la Guía del PMBOK (PMI, 2017) .....	137
4.2.3.1. Controlar el trabajo del proyecto. ....	138
4.2.3.2. Control integrado de cambios.....	138
4.2.3.3. Validar el alcance.....	139
4.2.3.4. Controlar el alcance de proyecto. ....	140
4.2.3.5. Controlar el cronograma de proyecto. ....	140
4.2.3.6. Controlar los costos. ....	141
4.2.3.7. Controlar la calidad del proyecto.....	142
4.2.3.8. Controlar los recursos. ....	143
4.2.3.9. Monitorear las comunicaciones. ....	143
4.2.3.10. Monitorear los riesgos. ....	144
4.2.3.11. Controlar las adquisiciones.....	145
4.2.3.12. Monitorear el involucramiento de los interesados.....	146
4.2.4. Seguimiento y control en proyectos ágiles .....	147
4.2.4.1. El taskboard. ....	147
4.2.4.2. El gráfico de burndown. ....	148
4.2.4.3. El gráfico de velocidad. ....	148
4.3. Principales riesgos en la gestión de proyectos de diseño de centros de datos .....	150
4.3.1. Identificar los riesgos .....	151

4.3.2. Análisis cualitativo de los riesgos .....	153
4.3.3. Análisis cuantitativo de los riesgos .....	155
4.3.4. Plan de respuesta .....	155
4.4. Propuesta para el seguimiento y control de proyectos de centros de datos en DCP .....	161
4.4.1. Controlar el alcance del proyecto a través del control del cambio.....	164
4.4.2. Asegurar que los entregables cumplan con las expectativas por medio del control de calidad.....	168
4.4.3. Asegurar que las actividades se ejecuten en el tiempo asignado a través del control del cronograma. ....	171
4.4.4. Garantizar que todo el trabajo se realice dentro del presupuesto establecido mediante el control de costos. ....	174
4.4.5. Manejar los riesgos e identificar nuevos posibles eventos a partir del control de riesgos.....	176
4.4.6. Realizar el control integrado de cambios .....	177
4.4.7. Emitir informes para comunicar a los interesados sobre el estado real del proyecto. .....	178
4.4.7.1. Monitoreo y control del trabajo del proyecto. ....	178
4.4.8. Controlar las adquisiciones.....	183
4.4.9. Monitorear el involucramiento de los interesados.....	184
4.4.10. Monitorear las comunicaciones .....	185
4.4.11. Controlar los recursos (dirigir al equipo) .....	185
4.5. Programación para la implementación de la propuesta de monitoreo y control para proyectos de diseño de centros de datos .....	187

4.6. Conclusiones .....	189
4.7. Recomendaciones.....	190
4.8. Validación del trabajo en el campo del desarrollo regenerativo o sostenible .....	192
4.8.1. Desarrollo sostenible .....	192
4.8.2. Desarrollo regenerativo .....	194
4.9. Relación del proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible .....	195
4.10. Análisis del proyecto de acuerdo con el estándar P5 .....	198
4.11. Relación del proyecto con las dimensiones del desarrollo regenerativo.....	211
4.11.1. Dimensión ambiental.....	211
4.11.2. Dimensión social .....	213
4.11.3. Dimensión económica .....	213
4.11.4. Dimensión espiritual.....	214
4.11.5. Dimensión cultural .....	215
4.11.6. Dimensión política.....	216
Lista de referencias .....	218
Anexos .....	223
Anexo 1. Acta (chárter) del PFG.....	223
Anexo 2. EDT del PFG .....	239
Anexo 3. Cronograma del PFG .....	244
Anexo 4. Investigación bibliográfica preliminar.....	246

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Grupo de procesos .....	26
<b>Figura 2</b> Estructura organizativa de la empresa.....	42
<b>Figura 3</b> Ciclo de vida de proyecto .....	63
<b>Figura 4</b> Proyecto predictivo con elementos iterativos.....	63
<b>Figura 5</b> Fases del ciclo de vida predictivo.....	64
<b>Figura 6</b> Diagrama de relación entre portafolio, programas y proyectos .....	67
<b>Figura 7</b> Porcentaje de encuestados por departamento .....	97
<b>Figura 8</b> Años de servicio en la organización.....	98
<b>Figura 9</b> Nivel de conocimiento en proyectos .....	98
<b>Figura 10</b> Profesiones de las personas encuestadas .....	99
<b>Figura 11</b> Porcentaje de utilización de listas de verificación.....	107
<b>Figura 12</b> Cadencia de reuniones de seguimiento .....	108
<b>Figura 13</b> Origen de solicitud de cambios al diseño.....	109
<b>Figura 14</b> Claridad del alcance del proyecto .....	110
<b>Figura 15</b> Disponibilidad de plantillas para reporte.....	110
<b>Figura 16</b> Responsable de asignación de recursos.....	111
<b>Figura 17</b> Registro de lecciones aprendidas .....	112

<b>Figura 18</b> Utilización de herramientas para control de los proyectos.....	113
<b>Figura 19</b> Barreras de la comunicación .....	114
<b>Figura 20</b> Flujograma actual de procesos aplicados .....	123
<b>Figura 21</b> Actividades .....	129
<b>Figura 22</b> Gráfico de quemado (burndown) .....	148
<b>Figura 23</b> Gráfico de velocidad .....	149
<b>Figura 24</b> Estrategia de respuesta .....	155
<b>Figura 25</b> Flujograma de procesos de monitoreo y control .....	163
<b>Figura 26</b> Ruta crítica MS Project .....	173
<b>Figura 27</b> Plantilla para análisis mediante Curva S .....	176
<b>Figura 28</b> Plantilla para informes del desempeño del proyecto.....	181
<b>Figura 29</b> Cronograma para la implementación de la propuesta .....	188
<b>Figura 30</b> Análisis de impacto P5 .....	200



## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento de la Dirección de Proyectos.....	60
<b>Tabla 2</b> Fuentes de información utilizadas .....	84
<b>Tabla 3</b> Métodos de investigación utilizados.....	89
<b>Tabla 4</b> Herramientas utilizadas.....	92
<b>Tabla 5</b> Supuestos y restricciones .....	93
<b>Tabla 6</b> Entregables por objetivo .....	94
<b>Tabla 7</b> Principales hallazgos.....	115
<b>Tabla 8</b> Autorización de un paquete de trabajo.....	130
<b>Tabla 9</b> Revisar el estado del paquete de trabajo .....	132
<b>Tabla 10</b> Recibir el paquete de trabajo finalizado.....	132
<b>Tabla 11</b> Acciones Prince2 .....	133
<b>Tabla 12</b> Informar sobre aspectos destacados.....	134
<b>Tabla 13</b> Examinar riesgos.....	135
<b>Tabla 14</b> Problemas y riesgos .....	136
<b>Tabla 15</b> Acción correctiva .....	137
<b>Tabla 16</b> Comparación de metodologías.....	149
<b>Tabla 17</b> Identificación y clasificación de riesgos en procesos de control y seguimiento.....	151

<b>Tabla 18</b> Escala de probabilidad e impacto .....	153
<b>Tabla 19</b> Rango de puntuación.....	154
<b>Tabla 20</b> Matriz de probabilidad e impacto .....	154
<b>Tabla 21</b> Plan de respuesta a los riesgos .....	156
<b>Tabla 22</b> <i>Plantilla: Matriz de trazabilidad de requisitos</i> .....	166
<b>Tabla 23</b> Registro de solicitudes de cambio.....	167
<b>Tabla 24</b> Hoja de verificación de calidad de los entregables .....	170
<b>Tabla 25</b> Plantilla para registro de lecciones aprendidas .....	171
<b>Tabla 26</b> Plantilla para registro semanal de horas.....	174
<b>Tabla 27</b> Plantilla para control semanal de costos de ejecución .....	175
<b>Tabla 28</b> .....	177
<b>Tabla 29</b> .....	184
<b>Tabla 30</b> Plantilla para registro de incidentes .....	185
<b>Tabla 31</b> Plantilla para evaluar el desempeño del personal .....	187

## Índice de acrónimos y abreviaturas

BBVA. Banco Bilbao Vizcaya Argentaria.

BIM. Building Information Model.

CMI. Cuadro de Mando Integral

DCP. Data Center Projects.

Inesem. Instituto Europeo de Estudios Empresariales.

KPI. Key Performance Index.

ODS. Objetivos de Desarrollo Sostenible.

ONU. Organización de las Naciones Unidas.

PFG. Proyecto final de graduación.

PM: Project manager (gerente de proyecto)

PC: Project controller (controlador de proyecto)

PMBOK. Project Management Book of Knowledge.

PMI. Project Management Institute.

PMO. Project Management Institute.

## Resumen ejecutivo

Los centros de datos son fundamentales para el desarrollo tecnológico y la innovación en la economía digital. Para garantizar la ejecución exitosa de su diseño, es necesario contar con una gestión de proyectos eficiente desde la etapa de diseño.

La compañía en estudio DCP, ubicada en Costa Rica, se dedica a brindar servicios de consultoría en diseño y operación de infraestructuras de misión crítica, como centros de datos. En los últimos años, la empresa ha experimentado un crecimiento acelerado, mayor al avance de su gestión de proyectos.

A partir de esto y el bajo nivel de madurez de la PMO existente se identificó una brecha principalmente en los procesos de control y seguimiento de diseño de centros de datos, lo cual ha resultado en retrasos, incumplimiento de objetivos y aumento de costos. Por ende, se investigó cómo mejorar estos procedimientos de gestión, entendiendo, a la vez, los procesos de diseño de centros de datos. Lo anterior con el fin de establecer una gestión más eficiente y efectiva de estos proyectos, al garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos y contribuir con el éxito global de la organización.

El objetivo general fue investigar, analizar y proponer procesos, técnicas y herramientas eficientes y efectivas de seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos, con el fin de mejorar la eficiencia de ejecución, reducir retrasos, reprocesos y elevar la calidad de los entregables. Los objetivos específicos fueron: investigar acerca de los procesos de diseño de los centros de datos, con el fin de que se reconozcan los principales requerimientos e hitos en el flujo de trabajo; realizar una investigación sobre las metodologías de control y seguimiento durante la gestión de proyectos para ser aplicadas a los proyectos de diseño de centros de datos y así se

optimice su desarrollo y el cumplimiento de expectativas; identificar los primordiales riesgos y desafíos que se presentan durante la etapa de diseño de los centros de datos, con el fin de que se sugieran procesos, técnicas y herramientas específicas, efectivas y eficientes para el seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos, así como recomendaciones para su implementación y estandarización.

Las metodologías que se utilizan incluyeron el método deductivo para formular la hipótesis a partir de las premisas de gestión de proyectos aplicables al seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos. El método de abstracción se utilizó para llevar a cabo una observación detallada de la realidad de la ejecución de los proyectos de diseño de centros de datos en la empresa e identificar patrones y elementos clave.

Finalmente, el método Delphi se utilizó para recopilar datos del equipo de trabajo y de los coordinadores de cada disciplina sobre las brechas en los procesos de seguimiento y control y los principales retos que se encontraron durante la etapa de diseño de centros de datos.

La investigación encontró que los procesos de control y monitoreo son cruciales en el diseño de centros de datos para garantizar la eficiencia y la calidad del proyecto. Se identificaron áreas de mejora, incluida la falta de estandarización en los procesos, el monitoreo continuo insuficiente en todas las etapas de diseño del proyecto, las herramientas inadecuadas para el control y el monitoreo, y la necesidad de mejorar la comunicación entre las partes interesadas.

A partir de lo anterior, se formuló una propuesta en la que se delinearon técnicas, herramientas y procesos a implementar durante la fase de control y seguimiento de los proyectos de diseño del centro de datos. Esto incluye principalmente, la estandarización de procesos y métricas, la implementación de un seguimiento semanal del cronograma del proyecto utilizando MS Project, la

garantía de que todo el trabajo se realiza dentro del presupuesto establecido a través de técnicas de control de costos, el monitoreo y control del registro de riesgos, y la emisión de informes para comunicar el estado real del proyecto a las partes interesadas.

Se concluye que al mejorar los procesos de control y monitoreo en los proyectos de diseño de centros de datos en la empresa DCP, se podría mejorar significativamente los resultados de los proyectos. Si se adoptan las técnicas, herramientas y procesos propuestos, se podría lograr una mayor eficiencia en la ejecución de proyectos, reducir los retrasos y la repetición del trabajo, y mejorar la calidad de los entregables, contribuyendo al éxito general de la organización y la madurez de la PMO.

Por lo cual se recomienda la implementación de los procesos, técnicas y herramientas de control y seguimiento propuestos. También se sugiere realizar más investigaciones sobre la aplicación de metodologías ágiles en proyectos de diseño de centros de datos para explorar oportunidades adicionales de mejora.

## Capítulo I. Introducción

Los centros de datos se han convertido en un pilar para el desarrollo tecnológico y la innovación. Su creciente demanda para satisfacer las necesidades de la economía digital y asegurar una operación fluida, confiable y sin interrupciones necesita una gestión de proyectos óptima desde la etapa de diseño de estas facilidades críticas.

Para garantizar que el diseño de proyectos de centros de datos se ejecute de acuerdo con las expectativas de los interesados, es necesario tener una comprensión general de los sistemas que los componen y los actores involucrados. Debido a esto, se consideró importante como parte de la investigación recopilar los requerimientos generales que deben tomarse en cuenta para el diseño de estos proyectos. El objetivo es mapear un flujo de trabajo que facilite los procesos de control y seguimiento de la ejecución del diseño de los centros de datos.

Los procesos de control y seguimiento desempeñan un papel fundamental en la ejecución exitosa del diseño de estos proyectos. Estos procedimientos abarcan diferentes aspectos como la planificación, asignación de recursos, evaluación de riesgos, cumplimiento de normativas regionales y el aseguramiento de la calidad de sus entregables. Además, se consideró el impacto ambiental de los centros de datos en los principios del desarrollo sostenible, pues su construcción y su operación necesitan de recursos naturales para la generación de energía y el enfriamiento de estas facilidades críticas.

El presente PFG tuvo como propósito la investigación de teorías y buenas prácticas de gestión de proyectos para los procesos de control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos tras tener una comprensión general de lo que involucra el proceso de diseño. A partir de esto, se enfocó la investigación en buscar las técnicas, herramientas y procesos para el

control y seguimiento dirigidos a los requerimientos y ciclo de vida de los proyectos de diseño de centros de datos.

### **1.1. Antecedentes**

La investigación tiene lugar en Costa Rica, en la compañía DCP, la cual provee servicios de consultoría como certificación de diseño y operación, análisis de brechas, estudios de factibilidad, gestión de proyectos y diseño para infraestructuras de misión crítica.

La compañía inicialmente manejaba proyectos en el ámbito nacional y, a través del éxito de sus proyectos, trascendió a realizar proyectos en Latinoamérica.

Desde el año 2021 ha tenido un crecimiento acelerado junto con el crecimiento de la industria. Duplicando para el año 2024 el número de profesionales en diseño de centros de datos para un total de 64 colaboradores. Esto significa un incremento del 100% en contrataciones debido a que la escala de los proyectos adjudicados ha aumentado, pasando de una carga IT máxima de 1MW desde el año 2020 a cargas entre los 5MW y 20MW en 80% de proyectos de la empresa y cargas IT mayores a los 40MW en el 20% de los proyectos para el año 2024. Este tipo de proyectos se conocen como centros de datos hiperescala.

Los centros de datos en la categoría de hiperescala, según Dawn-Hiscox (2022), son infraestructuras de gran tamaño construidas por empresas con grandes necesidades de procesamiento y almacenamiento de datos. Su tamaño ocupa un mínimo de 930 m<sup>2</sup>, contienen al menos 5000 servidores y ofrecen un mínimo de 40 MW. Esto demanda un gran consumo del recurso energético para su funcionamiento y necesitan tecnologías de enfriamiento y generación de energía eficientes para poder estar alineados con el desarrollo sostenible. Este tipo de proyectos pertenecen a grandes compañías con requerimientos técnicos muy específicos y los



más altos estándares de calidad. Dentro de las empresas que utilizan centros de datos de hiperescala se encuentran Apple, Google, IBM, Microsoft, Amazon, entre otros.

A partir de los requerimientos de estos proyectos de hiperescala se necesitó contratar más cantidad de profesionales. Esto incrementó la necesidad de tener una mejor coordinación para ejecutar el diseño, el manejo de los recursos y el cumplimiento de las expectativas de los clientes en tiempo y calidad.

A raíz de esta necesidad, la gerencia de la empresa decidió implementar una oficina de proyectos (PMO) de control para “proporcionar soporte y exigir el cumplimiento por diferentes medios” (PMI, 2017, p. 48) y gestionar el ciclo de vida de los proyectos de diseño de centros de datos. Dentro de las principales funciones que se asignaron a esta PMO están la planificación y programación de los proyectos, control y seguimiento del proyecto, monitoreo de riesgos, control de cambios, estandarización de procesos, plantillas y herramientas.

La PMO toma como base para su gestión de proyectos y buenas prácticas la Guía del PMBOK (PMI, 2017), a partir de la cual se estableció la base o plantilla para el plan de ejecución de cada proyecto. Los proyectos se desarrollan en cinco fases: inicio, planificación, ejecución, control y cierre.

Sin embargo, a partir de los proyectos en los que se ha participado y a través de entrevistas con los gerentes de ingeniería y diseño acerca de las lecciones aprendidas en proyectos anteriores, se identifica una necesidad de mejora para solventar un déficit en la gestión de proyectos de diseño de centros de datos, ya que en el 100% de los proyectos de diseño se presentan atrasos en los tiempos de entrega y retrabajos para corregir ciertos aspectos de calidad en el ámbito de detalle. Además de problemas internos en la comunicación entre departamentos.

Con el fin de identificar cuáles procesos de gestión de proyectos necesitaban mayor atención y mejora, se realizó una investigación deductiva, principalmente sobre las prácticas claves para el éxito de ejecución de los proyectos, a partir del hecho de que estos conceptos son aplicables para todo tipo de proyectos, tales como los proyectos de la industria de facilidades críticas de procesamiento de datos. Desde esta perspectiva se tomó la Guía del PMBOK (PMI, 2017, 2021) como base para las buenas prácticas y procedimientos de gestión de proyectos.

La Figura 1 muestra los procesos que implementa la PMO asociados a cada fase de gestión de proyectos según el PMBOK (PMI, 2017). Se puede notar cómo aquellos procedimientos menos utilizados se relacionan con la medición del desempeño y el monitoreo y control de los proyectos.

**Figura 1**  
*Grupo de procesos*

Proceso	Salidas	Uso	
<b>Inicio</b>	Definen un nuevo proyecto o fase, expectativas de interesados y propósito del proyecto.		
	Acta de Constitución del proyecto	✓	
	Registro de interesados	✓	
<b>Planificación</b>	Estos procesos definen el alcance, objetivos y el plan para alcanzarlos.		
	Desarrollar el plan para la dirección del proyecto	Plan para la dirección del proyecto	✓
	Planificar la gestión del alcance	Plan de gestión de alcance	✓
		Plan de gestión de requisitos	✓
	Recopilar requisitos	Documentación de requisitos	✓
		Matriz de trazabilidad de requisitos	✗
Definir el alcance	Enunciado de alcance	✓	





Proceso	Salidas	Uso
Crear la EDT	Estructura de desglose del trabajo	✓
Planificar la gestión del cronograma	Plan de gestión de cronograma	✓
Definir actividades	Lista de actividades	✓
	Atributos de la actividad	✓
	Solicitudes de cambio	✓
	Lista de hitos	✓
Secuenciar actividades	Diagrama de red de cronograma del proyecto	✗
Estimar la duración de actividades	Estimaciones de duración	✓
Desarrollar el cronograma	Línea base del cronograma	✓
	Cronograma del proyecto	✓
	Datos del cronograma	✓
	Calendario del proyecto	✓
	Solicitudes de cambio	✓
Planificar la gestión de costos	Plan de gestión de costos	N/A
Estimar costos	Estimaciones de costos	N/A
	Base de estimaciones	N/A
Determinar presupuesto	Línea base de costos	N/A
	Requisitos de financiamiento	N/A
Planificar la gestión de calidad	Plan de gestión de calidad	✓
	Métricas de calidad	✗
Planificar la gestión de recursos	Plan de gestión de recursos	✓
	Acta de constitución del equipo	✓

Proceso	Salidas	Uso
Estimar los recursos de las actividades	Requisitos de recursos	✓
	Base de las estimaciones	✓
	Estructura de desglose de recursos	✓
Planificar la gestión de las comunicaciones	Plan de gestión de comunicaciones	✓
Planificar la gestión de riesgos	Plan de gestión de riesgos	✓
Identificar los riesgos	Registro de riesgos	✓
	Informe de riesgos	✗
Análisis cualitativo de riesgos	Matriz de análisis	✓
Análisis cuantitativo de riesgos	Matriz de análisis	✓
Planificar la respuesta a los riesgos	Solicitudes de cambio	✓
Planificar la gestión de las adquisiciones	Plan de gestión de adquisiciones	N/A
	Estrategia de adquisiciones	N/A
	Documentos de las licitaciones	N/A
	Enunciados de trabajo relativo a adquisiciones	N/A
	Criterios de selección de proveedores	N/A
	Decisiones de hacer o comprar	N/A
	Estimaciones independientes de costos	N/A
	Solicitudes de cambio	N/A
Planificar el involucramiento de los interesados	Plan de involucramiento de interesados	✓
<b>Ejecución</b>	Procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan de dirección de proyecto	
Dirigir y gestionar el trabajo	Entregables	✓
	Datos de desempeño del trabajo	✗

Proceso	Salidas	Uso
	Registro de incidentes	✗
	Solicitudes de cambio	✓
Gestionar el conocimiento	Registro de lecciones aprendidas	✗
Gestionar la calidad	Informes de calidad	✗
	Documentos de prueba y evaluación	✗
	Solicitudes de cambio	✓
Adquirir recursos	Asignaciones de recursos físicos	✓
	Asignaciones del equipo de proyecto	✓
	Calendarios de recursos	✗
	Solicitudes de cambio	✓
Desarrollar el equipo	Evaluaciones de desempeño del equipo	✗
	Solicitudes de cambio	✓
	Actualización de documentos	✓
Dirigir al equipo	Solicitudes de cambio	✓
	Actualización de documentos	✓
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones del proyecto	✓
	Actualización de documentos	✓
Implementar la respuesta a los riesgos	Solicitudes de cambios	✓
	Actualización de documentos	✓
Efectuar las adquisiciones	Vendedores seleccionados	N/A
	Acuerdos	N/A
	Solicitudes de cambios	N/A
	Actualización de documentos	N/A

Proceso	Salidas	Uso
Gestionar la participación de interesados	Solicitudes de cambio	✓
	Actualización de documentos	✓
<b>Monitoreo y control</b>	Procesos para rastrear y analizar el progreso y desempeño del proyecto de acuerdo con lo planificado	
Monitoreo y control del trabajo	Informes de desempeño del trabajo	✗
	Solicitudes de cambio	✗
	Actualización de documentos	✗
Realizar el control integrado de cambios	Solicitudes de cambio aprobadas	✓
	Actualización de documentos	✗
Validar el alcance	Entregables aceptados	✗
	Información de desempeño del trabajo	✗
	Solicitudes de cambios	✓
	Actualización de documentos	✗
Controlar el alcance	Información de desempeño del trabajo	✗
	Solicitudes de cambio	✓
	Actualización de documentos	✗
Controlar el cronograma	Información de desempeño del trabajo	✗
	Pronóstico del cronograma	✗
	Solicitudes de cambio	✓
	Actualización de documentos	✗
Controlar costos	Información de desempeño del trabajo	N/A
	Pronósticos de costos	N/A
	Solicitudes de cambio	N/A

Proceso	Salidas	Uso
	Actualización de documentos	N/A
Controlar la calidad	Mediciones de control de calidad	✗
	Entregables verificados	✓
	Información de desempeño del trabajo	✗
	Solicitudes de cambio	✗
	Actualización de documentos	✗
Controlar los recursos	Información de desempeño del trabajo	✗
	Solicitudes de cambio	✗
	Actualización de documentos	✗
Monitorear las comunicaciones	Información de desempeño del trabajo	✗
	Solicitudes de cambio	✗
	Actualización de documentos	✗
Monitorear los riesgos	Información de desempeño del trabajo	✗
	Solicitudes de cambio	✗
	Actualización de documentos	✗
Controlar las adquisiciones	Adquisiciones cerradas	N/A
	Información de desempeño del trabajo	N/A
	Solicitudes de cambio	N/A
	Actualización de documentos	N/A
Monitorear el involucramiento de los interesados	Información de desempeño del trabajo	✗
	Solicitudes de cambio	✗
	Actualización de documentos	✗

Proceso	Salidas	Uso
<b>Cierre</b>	Este grupo de procesos verifica que los procedimientos definidos se han completado, formalizando la conclusión de la fase, proyecto o contrato	
	Cerrar el proyecto o fase	Actualización de documentos 
		Transferencia del producto, servicio o resultado 
		Informe final 
		Actualización a los activos de los procesos de la organización 

## 1.2. Problemática

El problema que se aborda en este proyecto final se detectó a partir de la participación como gerente de los proyectos de diseño de centros de datos para la empresa DCP. Durante el ejercicio profesional, se identificaron brechas en la gestión de estos proyectos a partir de los resultados negativos de los indicadores de ejecución presupuestaria que maneja el departamento financiero. Estos resultados eran producto de que el 100% de las entregas de los proyectos de diseño sufrían atrasos con respecto a lo planificado, lo cual retrasaba la facturación de los proyectos afectando negativamente el flujo de caja de la compañía con respecto a la proyección trimestral. Estos atrasos se deben a que no se modificaron los procesos de gestión para adaptarse a los nuevos retos de crecimiento de la empresa, dar un seguimiento objetivo y cuantificable a los proyectos y al manejo de los requerimientos más exigentes de los clientes que se incorporaban al programa. Como referencia, es importante mencionar que para dar abasto con la carga de trabajo se aumentó la cantidad de personal desde el 2020 al 2024 en un 25% anual para abordar la ejecución de los proyectos de gran escala.



Como se mencionó anteriormente, la gerencia implementó una PMO para encargarse de los procesos de gestión. Sin embargo, la madurez de esta oficina de proyectos puede categorizarse como baja, ya que para el año 2023 contaba con 2 años de haber sido implementada y mantenía un enfoque de gestión operativa. Según menciona Reyes (2017):

Una oficina de proyectos tiene un nivel bajo de madurez cuando no se cuentan con técnicas y herramientas para la evaluación cuantitativa de los proyectos, los proyectos se inician sin haber calculado previamente las horas de ejecución que tomará a los recursos en completar el trabajo comprometido y cuando no se tiene un orden de prioridad de los proyectos y los departamentos (s. p.).

A partir de lo anterior y a través de conversaciones con los gerentes de ingeniería involucrados en los proyectos de diseño de datos, se identificó la oportunidad de mejorar la evaluación cuantitativa de los proyectos con procesos de control y seguimiento durante la etapa de diseño. El principal problema en los procesos de control y seguimiento en la empresa DCP, se debe la falta de herramientas y técnicas específicas para medir el avance y calidad. Esto ha llevado a una falta de visibilidad sobre el progreso del proyecto, lo que dificulta la toma de decisiones informadas y la identificación temprana de posibles desviaciones o problemas.

La falta de trazabilidad en los procesos de seguimiento de los proyectos de centros de datos implica que no se registra adecuadamente el avance de las tareas y actividades. Esto dificulta la identificación de responsabilidades y la evaluación del cumplimiento de los plazos y entregables.

Otro aspecto importante del problema es la falta de comunicación efectiva entre los equipos y las partes interesadas en los proyectos de centros de datos. La información sobre el

progreso y los resultados del proyecto no se comparte de manera clara y oportuna. Esto puede generar malentendidos, retrasos y falta de alineación entre los involucrados.

Esta falta de comunicación y colaboración ocasiona una serie de desafíos y obstáculos que afectan negativamente el desarrollo exitoso de estos proyectos. Esto lleva a una falta de comprensión compartida de los objetivos y requisitos del proyecto, lo que genera confusiones y malentendidos sobre las expectativas y las prioridades. Lo anterior, a la vez, tiene como consecuencia retrasos en la toma de decisiones y un progreso lento del proyecto.

Además, la falta de colaboración entre los equipos puede dificultar la identificación temprana de posibles desviaciones o problemas en el diseño que quieren ser solventados con los procesos de control y seguimiento adecuados. Sin una comunicación fluida y un intercambio de conocimientos entre los diferentes equipos involucrados es posible que no se puedan detectar errores o incompatibilidades hasta etapas posteriores del proyecto.

Cabe mencionar que los problemas de comunicación se manifiestan también al presentar los avances de proyecto a los clientes. Esto se debe a que no se tiene claridad sobre métricas e indicadores de desempeño por incluir en las presentaciones de estatus del proyecto, las cuales deben estar alineadas con las expectativas de los patrocinadores de nivel ejecutivo.

En conclusión, estos problemas que se presentan a lo largo del ciclo de vida de los proyectos se relacionan más con la carencia de procesos de seguimiento de los proyectos de centros de datos. Esto ocasiona retrasos en la cadencia de entregas programadas, incumplimiento de los objetivos establecidos y aumento de los costos. Por lo tanto, es crucial abordar este problema para mejorar la eficiencia y el éxito de los proyectos de centros de datos.

### 1.3. Justificación del proyecto

La importancia de los centros de datos en la actualidad es cada vez mayor. Según Datacenter Dynamics (2024) se pronostica que el tamaño del mercado global de centros de datos crecerá con una tasa compuesta anual de 5 años del 11,3% entre 2021 y 2026, y se espera que el mercado de hiperescala crezca aún más rápido, aproximadamente a una tasa compuesta anual del 20%. Lo cual, se debe a la necesidad de contar con infraestructuras eficientes capaces de procesar y almacenar grandes volúmenes de datos que generan los servicios digitales.

Estos proyectos suelen ser altamente complejos, ya que involucran diversas variables técnicas y regulatorias, interdependencias entre las disciplinas mecánico, eléctrico, civil, estructural y arquitectónico que los conforman. Tiempos de ejecución ajustados y costos mínimos de cinco millones de dólares por proyecto (ya que el costo aproximado por cada MW de carga necesaria es de 10 millones de dólares) y a nivel de la empresa 5MW que equivalen a un valor de proyecto de 50 millones de dólares ya se considera como un proyecto complejo. Por lo tanto, es necesario un control y seguimiento especializado durante la fase de diseño para cumplir con los requisitos de tiempo, alcance, presupuesto y calidad.

En este contexto y partiendo de lo que ya existe, el presente trabajo tiene como objetivo abordar una carencia en la organización con respecto a los procesos estandarizados de control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos. Su implementación directa en la práctica diaria de la empresa permite gestionar de manera eficiente y efectiva el diseño de estos proyectos.

A medida que las organizaciones crecen, como la empresa DCP, deben buscar cómo ejecutar y gestionar de forma eficiente sus proyectos. Este crecimiento se relaciona con el

aumento de la complejidad de su portafolio, de lo contrario, se enfrentan a desafíos en el seguimiento adecuado de los proyectos sin una gestión que se adecúe a los nuevos requerimientos y demandas de un mercado más exigente.

Al desarrollar este proyecto tras haber identificado el problema como una oportunidad de mejora, se espera establecer procesos claros y definidos que guíen y estructuren el control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos. Esto incluye la identificación de las etapas clave, las actividades necesarias en cada una, los indicadores de desempeño relevantes y las herramientas y técnicas adecuadas para el seguimiento y evaluación del progreso a partir del estudio en materia de diseño de centros de datos y gestión de proyectos.

Además, se buscó promover una mayor comunicación y colaboración entre los diferentes equipos y partes interesadas involucradas en los proyectos de diseño de centros de datos. Esto se debe a que la falta de comunicación efectiva y colaboración sólida ha sido identificada como un problema importante en el entorno laboral.

En un entorno en constante evolución, es esencial que los equipos puedan ajustar rápidamente sus estrategias y enfoques de diseño para satisfacer las necesidades cambiantes. Sin una comunicación efectiva del estatus del proyecto y una colaboración fluida, resulta difícil para los equipos adaptarse a estos cambios de manera oportuna y eficiente.

En resumen, este trabajo buscó suplir una necesidad existente en la organización en cuanto a los procesos de control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos. Además, abarcó técnicas de presentación de datos eficientes para establecer una comunicación fluida y efectiva. La implementación de este proyecto permite una gestión más eficiente y

efectiva de estos proyectos, lo que garantiza el cumplimiento de los requisitos establecidos y contribuye al éxito global de la entidad en el ámbito de diseño de centros de datos.

#### **1.4. Objetivo general**

Proponer procesos, técnicas y herramientas eficientes y efectivas de seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos, con el fin de que se mejore la eficiencia de ejecución, se reduzcan retrasos y reprocesos y se eleve la calidad de los entregables.

#### **1.5. Objetivos específicos**

1. Investigar acerca de los procesos de diseño de los centros de datos, con el fin de que se entienda el trabajo que conlleva, las disciplinas involucradas y las restricciones asociadas.
2. Realizar una investigación acerca de las metodologías de control y seguimiento durante la gestión de proyectos, con el fin de que se identifiquen las más efectivas para este tipo de proyectos de diseño de centros de datos.
3. Identificar los principales riesgos y desafíos que se presentan durante la etapa de diseño de los centros de datos para que se establezcan las metodologías que permitan monitorear adecuadamente estas restricciones.
4. Proponer procesos, técnicas y herramientas específicas, efectivas y eficientes para el seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos, lo que incluye recomendaciones para su implementación, con el fin de que estandarice su aplicación y se mejoren los resultados.

## Capítulo II. Marco teórico

### 2.1. Marco institucional

El marco institucional es importante para el desarrollo del proyecto final de graduación, ya que brinda contexto y delimita el entorno técnico, normativo, social, económico y ambiental en el que se desarrolla la investigación. Al tratarse de una empresa existente, el desarrollo del marco de la institución otorga validez a la temática y garantiza la calidad del entregable.

#### 2.1.1. Antecedentes de la institución

La organización DCP se fundó en Costa Rica en el 2008 como una empresa de consultoría para la gestión del diseño de centros de datos. Esta empresa subcontrata los servicios profesionales de ingeniería para el desarrollo del diseño.

Debido al crecimiento acelerado de la necesidad e importancia de este tipo de proyectos, DCP ha evolucionado para convertirse en una empresa que cuenta con sus propios profesionales en ingeniería y arquitectura y desarrolla los diseños de centros de datos internamente. A partir del 2015, bajo la alianza estratégica con diversos inversionistas en el sector inmobiliario y de tecnología, DCP logra colocarse en Costa Rica como la empresa líder en facilidades de misión crítica.

Tras el desarrollo de varios proyectos exitosos en el ámbito nacional, como en el caso del diseño de centros de datos para entidades bancarias, DCP trascendió las fronteras del suelo nacional con proyectos en toda Latinoamérica, ampliando su portafolio de servicios y clientes. Actualmente, DCP se posiciona como la mejor empresa en América Latina especializada en centros de datos. Como tal, su aporte a la industria latinoamericana ha sido fundamental al

proporcionar la infraestructura y servicios necesarios para el almacenamiento, procesamiento y gestión de datos a pequeña y gran escala.

Debido a la creciente y rápida transición de la información y servicios a plataformas digitales, el respaldo de la compañía al garantizar los más altos estándares de calidad contribuye a la disponibilidad continua de los datos y los servicios digitales en varios ámbitos de la sociedad. Un ejemplo claro es la disponibilidad de servicios gubernamentales, como las plataformas municipales para efectuar trámites en línea.

Los centros de datos contribuyen a la protección de datos, como en el caso de los bancos o a través de los servicios de *la nube* para el almacenamiento de información personal, como en el caso de Google Drive e iCloud. Finalmente, el aporte a la sociedad también se muestra permitiendo la colaboración en tiempo real y la conectividad. Este último punto fue primordial para permitir el trabajo y el estudio de manera remota durante la época de la pandemia de la COVID-19, lo que da la posibilidad a millones de personas de trabajar en línea a partir del acceso ininterrumpido a sus servidores corporativos y educativos.

### ***2.1.2. Misión y visión***

Este apartado fue por elaboración propia debido a que la empresa no cuenta con misión y visión. Se elaboró a partir de la experiencia personal dentro de la empresa, observando el rápido crecimiento que han tenido los últimos 2 años, el tipo de proyectos de diseño de datos que han realizado y que buscan incorporar.

### **2.1.3. Misión**

Ser la primera firma independiente de la región en proporcionar soluciones innovadoras y eficientes que cumplan con las necesidades y objetivos de los clientes a través de los servicios de diseño, actualización, gestión y operación de centros de datos de misión crítica en Latinoamérica.

### **2.1.4. Visión**

Ser los líderes en diseño, actualización, gestión y operación de centros de datos de misión crítica en Latinoamérica a través de la excelencia de soluciones personalizadas que brindan constante innovación y actualización de las últimas tecnologías en el mercado.

La empresa DCP se perfila como especialista en la industria tecnológica del diseño de centros de datos. A partir de este nicho se despliegan otros servicios que contribuyen al crecimiento del portafolio de la compañía, los cuales se detallan más adelante.

Debido a la ambiciosa misión y visión propuesta, se identificó la necesidad de tener mejores procesos y herramientas en el control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos que puedan respaldar los enunciados anteriores.

El rápido crecimiento que ha tenido la compañía en los últimos años, pasando del diseño de centros de datos de escala menor como entidades financieras, a proyectos de hiperescala como multinacionales que tienen demandas energéticas de más de 100 MW, aumentó la complejidad de la gestión de proyectos de diseño. Por ende, incrementó la coordinación multidisciplinaria que se requiere para que proyectos de esta magnitud se desarrollen con éxito.

Como tal, su aporte a la industria de almacenamiento de datos ha permitido el crecimiento de compañías privadas y públicas. Además del acceso ininterrumpido a la



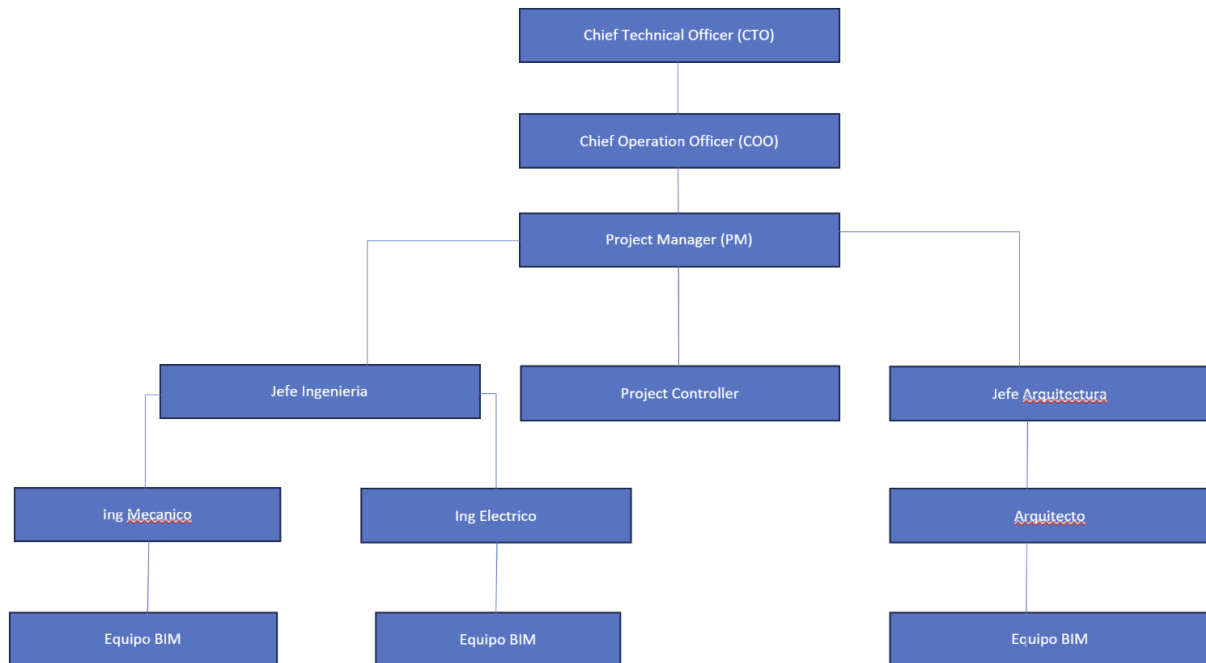
información por parte de los usuarios de las plataformas digitales a las que responden estos centros de datos y el avance tecnológico en sistemas de innovación de procesamiento de datos para aquellas empresas que desean actualizarse.

A lo interno, DCP contribuye a la formación continua de sus profesionales y es una fuente de empleo activa con un crecimiento del 120 % en los últimos 2 años. Esto significa que favorece la empleabilidad de jóvenes profesionales que deseen especializarse en este nicho del mercado, a través de la formación continua y el impulso a sus colaboradores para adquirir certificaciones relevantes para esta práctica profesional. Lo anterior respalda su visión de excelencia en la implementación de soluciones personalizadas para cada cliente, con resultados de alto rendimiento y calidad en cada uno de sus diseños.

#### ***2.1.5. Estructura organizativa***

Como se muestra en la Figura 2 la estructura organizativa de la empresa está encabezada por el chief technical officer o gerente técnico. Este se encarga de realizar el primer contacto con el cliente para proponer en conjunto los alcances de cada proyecto de diseño de centros de datos. Además, este rol aprueba todos los entregables antes de enviarse al cliente.

**Figura 2**  
*Estructura organizativa de la empresa*



Seguidamente, se encuentra el *chief operations officer* o gerente de operaciones, quien intercede entre el *chief technical officer* y los jefes de ingeniería y vela por el cumplimiento de los objetivos de la estrategia empresarial. En tercer lugar se encuentra el *project manager* o director de proyecto, quien vela por la administración de cada proyecto y maneja la comunicación con el cliente. Además, trabaja alineado con el COO y se encarga de cumplir con los objetivos de cada proyecto.

Luego se encuentra el *project controller* o controlador de proyecto, quien responde al *project manager* y se encarga de velar porque cada actividad del equipo de proyecto se desempeñe de acuerdo con el plan de cada proyecto establecido por el *project manager*. Las personas en puestos de jefatura o gerentes de ingeniería coordinan las tareas de su equipo de diseño y se comunican con el *project manager*.

Seguidamente, está el equipo de diseño que incluye a los ingenieros eléctricos, ingenieros mecánicos y arquitectos que desarrollan el diseño de cada proyecto respondiendo a los gerentes de ingeniería. Por último, se encuentra el equipo BIM de cada disciplina que elabora la documentación necesaria para presentar en cada avance de proyecto de diseño de centros de datos.

### ***2.1.6. Productos y servicios que ofrece***

Si bien este proyecto final de graduación se enfocó en los procesos y herramientas para el seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos, la empresa DCP tiene un amplio portafolio de servicios que se dividen en consultoría, ingeniería, construcción y operación para facilidades de almacenamiento de datos de misión crítica. A continuación, su detalle:

#### 1. Consultoría

- a. Análisis de brechas: consiste en el estudio de un centro de datos existente en el cual se evalúa la situación actual *versus* el objetivo deseado. Es útil para aquellas empresas que desean realizar una actualización de su equipo, o bien crecer la capacidad de almacenamiento de datos.
- b. Validación y selección del sitio para el proyecto: se realiza un análisis de terrenos con usos de suelo conforme a la naturaleza de los proyectos de centros de datos, evaluando accesibilidad, normativa, políticas ambientales, costo, topografía, riesgos naturales, políticos y oportunidades de inversión. Culmina con la entrega de un documento que contiene el estudio de los puntos anteriores y las recomendaciones de selección.

#### 2. Ingeniería

- a. Diseño de anteproyecto: es la primera fase de la etapa de diseño de centros de datos y parte del estudio realizado en este proyecto final de graduación. Consiste en el diseño conceptual arquitectónico, selección de tecnologías de generación de energía y tecnologías de climatización para el centro de datos.
  - b. Diseño de ingeniería civil, estructural, electromecánico: corresponde a la continuación del anteproyecto y es, de igual manera, indispensable en este PFG. En esta fase se desarrollan las ingenierías en detalle y el proyecto arquitectónico. Culmina con un *set* de planos para construcción.
  - c. Certificación de diseño: este servicio es un acompañamiento al cliente, lo que facilita el proceso de certificación del diseño de sus centros de datos por una entidad evaluadora como el Uptime Institute.
  - d. Licencias y permisos de construcción: consiste en realizar la gestión de tramitología necesaria con las autoridades en jurisdicción para que se autorice iniciar el proceso de construcción.
3. Construcción
- a. Dirección Técnica: este servicio de consultoría se encarga de la ejecución de la obra. El director técnico es el responsable de los aspectos técnicos, de coordinación y seguimiento de la construcción mediante el desarrollo de las buenas prácticas de la edificación para garantizar la calidad del proyecto.
  - b. Administración de la construcción: consiste en designar un profesional encargado de realizar todas las gestiones de la edificación del proyecto. De esta forma, el profesional es el representante de los intereses del cliente. Debe asegurar que se haga la

- construcción de acuerdo con los planos, especificaciones técnicas y normativa en todas las etapas del proyecto. Además, se encarga de la planificación, ejecución, control y cierre de la obra.
- c. Certificación de instalaciones construidas: similar a la certificación de diseño, este servicio acredita que el centro de datos se construyó bajo los requerimientos que establece la entidad evaluadora como el Uptime Institute.
4. Operación
- a. Capacitación para operadores: brinda una asesoría a los operadores de los centros de datos conforme a las buenas prácticas del manejo y mantenimiento de las tecnologías que se utilizan. Es importante, pues evita mal funcionamiento del centro de datos por error humano.
  - b. Certificación de operaciones: este servicio busca acreditar que el centro de datos construido opera bajo los estándares de la entidad evaluadora a través de un análisis de sus procesos e implementación de mejoras para cumplir con la normativa.

## **2.2. Teoría de administración de proyectos**

### ***2.2.1. Principios de la dirección de proyectos***

Los principios de dirección de proyectos, de acuerdo con el estándar para la dirección de proyectos (PMI, 2021), proporcionan una guía sobre las buenas prácticas en la gestión de proyectos, con la finalidad de aumentar las posibilidades de éxito de estos, independientemente de la industria. Para efectos de este PFG, se consideraron los 12 principios operativizados de la siguiente manera:

**2.2.1.1. Administración: ser un administrador diligente, respetuoso y cuidadoso.** Los procesos, técnicas y herramientas para el control y seguimiento de los proyectos de diseño en centros de datos propuestos en este PFG deben ejecutarse con integridad, cuidado y confiabilidad, cumpliendo con las pautas internas de la organización, así como con las externas correspondientes al cliente y al entorno en que se desarrollan.

**2.2.1.2. Equipo: crear un entorno colaborativo del equipo de proyecto.** Este principio es fundamental, ya que un entorno colaborativo permite que, durante la ejecución del diseño de los centros de datos, los integrantes del equipo de trabajo laboren juntos por el objetivo de cada entregable y se respeten las estructuras organizacionales, acuerdos, responsabilidad. Además de los procesos de control y seguimiento establecidos en el PFG.

**2.2.1.3. Interesados: involucrarse eficazmente con los interesados.** Los interesados del proyecto influyen constantemente en su desarrollo de acuerdo con su grado de influencia y poder. Por ende, gestionarlos de la manera correcta durante el ciclo de vida de los proyectos permite hacer más eficientes los procesos de control y seguimiento si se tiene visibilidad de los requisitos de cada uno en cuanto a alcance, costo, calidad y plazos.

**2.2.1.4. Valor: enfocarse en el valor.** Según Kerzner (2017) para una gestión exitosa, el control y el seguimiento del proyecto deben enfocarse en la obtención de valor. Al considerar los tipos de valor esperados por cada uno de los interesados, se puede dar prioridad a ciertos procesos, técnicas y herramientas para evaluar el progreso de los proyectos de diseño de centros de datos y potenciar la obtención del valor deseado.

**2.2.1.5. Pensamiento sistémico: reconocer, evaluar y responder a las interacciones del sistema.** Durante el control y seguimiento del proyecto en ejecución, se debe mantener una

visión holística para reconocer cómo las partes del proyecto interactúan y con sistemas externos, según afirma el estándar para la dirección de proyectos (PMI, 2021). De esta manera, se pueden realizar los ajustes necesarios para integrar a cada una de las disciplinas que participan en el diseño del centro de datos.

**2.2.1.6. Liderazgo: demostrar comportamientos de liderazgo.** Con el fin de mantener al proyecto y al equipo de diseño encausado en el plan de gestión, el director de proyecto debe, en momentos de incertidumbre, poder enfocar al equipo en los objetivos para superar los imprevistos, mediante procesos de seguimiento con metas medibles.

**2.2.1.7. Adaptación: adaptar en función del contexto.** Deben adaptarse los procesos de control y seguimiento a lo largo de la ejecución del proyecto de diseño de centros de datos, adecuándose a las variables con el enfoque holístico y sistémico que se mencionó en el punto 5. De esta manera, la propuesta de procedimientos, herramientas y técnicas en las que se enfocó este PFG pueden personalizarse para cada proyecto en particular.

**2.2.1.8. Calidad: incorporar calidad en los procesos y los entregables.** Durante el control y seguimiento se deben establecer las herramientas y técnicas necesarias para asegurar no solo el cumplimiento de los plazos y entregables, sino también la calidad de estos. Así, los criterios de aceptación deben incorporar métricas para medir la conformidad, satisfacción, sostenibilidad y desempeño de los entregables.

**2.2.1.9. Complejidad: navegar la complejidad.** Deben identificarse los indicios de complejidad en los proyectos de diseño de centros de datos para adaptar los procesos, herramientas y técnicas de control y seguimiento y reducir el impacto negativo en el proyecto. Debido a la escala y variables incluidas en proyectos de este tipo, se debe prestar atención

especial a los riesgos y dependencias para emplear medidas adaptativas y contrarrestar las desviaciones.

**2.2.1.10. Riesgo: optimizar las respuestas a los riesgos.** Los riesgos pueden ser positivos al presentarse como oportunidades que deben potenciarse y aprovecharse o negativos al manifestarse como amenazas al proyecto, las cuales deben mitigarse o eliminarse. Para esto, se debe dar un seguimiento constante a los riesgos que se identifican al inicio del proyecto y mantener actualizada la matriz de riesgos con aquellos nuevos que se presenten, estableciendo las medidas y acciones necesarias para lidiar con cada uno.

**2.2.1.11. Adaptabilidad y resiliencia: adoptar la adaptabilidad y resiliencia.** Este principio en particular fue un punto importante por considerar en este PFG, ya que los proyectos de diseño constan de iteraciones que deben adaptarse a las necesidades del proyecto y los interesados. Para operativizar este principio es relevante realizar avances periódicos de diseño para revisión de los interesados, que permitan adaptar el proyecto de forma oportuna sin extenuar al equipo con avances significativos que requieran reprocesos.

**2.2.1.12. Cambio: permitir el cambio para lograr el estado futuro previsto.** Debido a la identificación de una brecha en el desempeño de los proyectos de diseño de centros de datos DCP, se formuló una propuesta de procesos, técnicas y herramientas para el control y seguimiento durante la ejecución del diseño de estos proyectos. Para reducir la resistencia al cambio se buscó involucrar a los trabajadores que expresaron sus propuestas de mejora.



### ***2.2.2. Dominios de desempeño del proyecto***

La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMI, 2021) establece 8 dominios del desempeño. Esta función proporciona estructura a la gestión de proyectos, estableciendo áreas en las que el director de proyectos pueda enfocar sus esfuerzos.

**2.2.2.1. Dominio de desempeño de los interesados.** Este dominio tiene como objetivos identificar, comprender, involucrar y monitorear a las partes interesadas del proyecto. Lo anterior tiene el fin de mantener una participación y comunicación eficiente y productiva con cada uno de acuerdo con su nivel de influencia, poder e interés.

Para efectos de este PFG, el control y seguimiento del dominio de los interesados se centró en los procesos, técnicas y herramientas que permitan mantener una comunicación efectiva, gestionar las expectativas, dar seguimiento a la satisfacción de los interesados con el progreso y resultados del proyecto de diseño de centro de datos, gestionar el conflicto a tiempo para buscar respuestas conforme a las expectativas y mantener el registro de interesados actualizado para mejorar la gestión y el seguimiento durante todo el proyecto.

**2.2.2.2. Dominio de desempeño del equipo.** Este dominio se centra en las actividades, competencias y responsabilidades de los miembros del equipo de proyecto que les permiten convertirse en un equipo de alto desempeño. Para esto, se debe propiciar en la organización un ambiente colaborativo, fomentando el liderazgo en los miembros del equipo y manteniéndolos alineados con la visión y objetivos del proyecto. El dominio de desempeño del equipo implica monitorear regularmente al equipo de proyecto para evaluar su rendimiento e identificar de manera oportuna las áreas de mejora.

**2.2.2.3. Dominio de desempeño del enfoque de desarrollo y ciclo de vida.** Mediante

este dominio se analizan las relaciones entre el enfoque de desarrollo del proyecto, la cadencia de entregas y el ciclo de vida del proyecto. Estos puntos se interrelacionan, ya que el tipo de entregables define el enfoque de desarrollo (predictivo, híbrido y adaptativo); estos definen la cadencia de entrega (única, múltiples, progresivo, continuas o periódicas), la cual precisa el ciclo de vida del proyecto.

Aplicado al control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos, se establecieron los procesos técnicos y herramientas para supervisar el desarrollo de las entregas, gestionar el impacto de imprevistos, evaluar el desempeño del equipo, gestionar el riesgo e implementar la mejora continua. Esto con el objetivo de mantener consistentes el enfoque de desarrollo con los entregables y las fases del ciclo de vida del proyecto con la cadencia de entregas (PMI, 2021).

**2.2.2.4. Dominio de desempeño de la planificación.** La aplicación de este dominio es fundamental para el éxito del proyecto. “En este se organiza, elabora y coordina el trabajo del proyecto a lo largo de la totalidad del proyecto” (PMI, 2021, p. 51).

Debe conocerse el alcance del proyecto y los entregables por realizar para poder estimar los plazos, recursos y costos asociados. Además, se comprende el desarrollo del cronograma, la conformación del equipo de trabajo, el plan de comunicación con los interesados, adquisiciones, cambios y establecimiento de métricas.

En esta fase se planificó en alto nivel cómo se desarrollan los demás dominios del desempeño al identificar los resultados que se esperan y los planes para alcanzarlos. Por ende, los procesos, técnicas y herramientas propuestas en este dominio fueron en función al cumplimiento del plan de proyecto.

**2.2.2.5. Dominio de desempeño del trabajo del proyecto.** Este dominio del desempeño aborda las actividades del proyecto relacionadas con los procesos, gestión de recursos, restricciones, adquisiciones, comunicación y la mejora continua para garantizar la ejecución efectiva del proyecto. Debe monitorearse durante todo el proyecto para verificar que el flujo de trabajo esté alineado con lo que se planificó.

En el caso del diseño de los proyectos de centros de datos, debido a la complejidad de estos y la interrelación entre las disciplinas de ingeniería y arquitectura, el seguimiento debe ser constante para identificar a tiempo las restricciones que se presenten con una visión sistémica y holística. En proyectos de este tipo se deben balancear las limitaciones asociadas con los plazos de entrega y la calidad de los entregables con las alternativas tecnológicas, adaptando los procesos de diseño a la inclusión de estas. Las herramientas y técnicas para el control de cambios deben responder al alcance y ejecución de los entregables, realizando reuniones periódicas con el equipo de proyecto para monitorear su avance y suscitar la mejora continua de los procedimientos.

**2.2.2.6. Dominio de desempeño de la entrega.** Este dominio del desempeño es una guía para que los objetivos del negocio y la estrategia implementada se mantengan en sintonía y así cumplir con los requisitos, alcance y expectativas de calidad en la producción de entregables para lograr los resultados y beneficios esperados (PMI, 2021).

Durante el control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos, se debe contar con la lista de requisitos del cliente clara y verificable que facilite la gestión de estos. Se pueden utilizar herramientas como listas de trabajo pendiente, matrices de trazabilidad, entre otros, para monitorear las variaciones, comunicar cualquier cambio a los interesados y documentar la aceptación de estos.

Uno de los puntos críticos es la calidad de los entregables. Por lo tanto, desde el inicio deben establecerse con la organización patrocinadora del proyecto los: “Criterios de finalización, definición de terminado el enunciado del trabajo o la documentación de requisitos” (PMI, 2021, p. 87). A través de estos, durante el ciclo de vida del proyecto se pueden utilizar métricas para evaluar el cumplimiento de los requisitos.

**2.2.2.7. Dominio de desempeño de la medición.** El dominio del desempeño de la medición contribuye a tener una perspectiva confiable del estatus del proyecto, utilizando datos y métricas para poder procesar y comprender el rendimiento del equipo del proyecto de manera objetiva. De esta forma, se puede identificar la necesidad de acciones correctivas para mantener el proyecto alineado con los objetivos y la generación de valor esperada por los interesados.

Debido a la temática de este proyecto enfocado en el seguimiento y control, se consideró este dominio como prioridad para suplementar la brecha que se identificó en la organización en cuanto a la falta de procesos, herramientas y técnicas para este fin. Se identificaron los indicadores clave del desempeño para establecer métricas de evaluación sobre el estado de los entregables, línea base, recursos, generación de valor y la obtención de pronósticos.

Mediante tableros de control se pudo comunicar a los interesados el estado del proyecto. Estas presentaciones de estado de proyecto fueron acompañadas por soluciones para los problemas de desempeño que se encontraron, ofreciendo oportunidades de crecimiento y mejora para solventar cambios ocasionados por imprevistos y facilitando la toma de decisiones informadas.

**2.2.2.8. Dominio de desempeño de la incertidumbre.** Este dominio del desempeño corresponde a las actividades para la gestión de riesgos e incertidumbre del proyecto. Se

identifican los riesgos positivos o negativos que pueden afectar el desempeño, se analiza cada uno y se planifican las respuestas e implementación para poder reducir la incertidumbre asociada. El manejo de este dominio de desempeño se debe realizar con un enfoque de adaptabilidad y resiliencia que facilite la respuesta rápida a condiciones cambiantes y fomente una rápida recuperación de los contratiempos.

Para los proyectos de diseño de centro de datos, las actividades se enfocaron en identificar oportunamente los riesgos y monitorear de manera constante su evolución, analizando la prioridad, probabilidad e impacto de cada uno para planificar las respuestas asociadas y medidas preventivas para mitigar su impacto. Durante todo el proceso fue importante mantener una comunicación efectiva con los interesados internos y externos a través de informes periódicos sobre el estado de los riesgos y las acciones que se implementan.

### ***2.2.3. Proyectos predictivos, adaptativos e híbridos***

**2.2.3.1. Proyectos predictivos.** También conocido como modelo cascada, es aplicable en aquellos proyectos en los que el alcance, plazos y costo están definidos desde el inicio. Por esto, son proyectos con un nivel de incertidumbre bajo y un grado alto de detalle en la planificación.

En una metodología de ciclo de vida predictivo de los proyectos, según Heldman (2018), cada fase del proyecto es distinta y, usualmente, no se repite en las otras fases. Cada fase se enfoca en actividades diferentes, aplicando procesos de gestión distintos en cada una.

**2.2.3.2. Proyectos adaptativos.** Según: Lledó (2020): “Los proyectos adaptativos se caracterizan por manejar niveles altos de incertidumbre y requisitos cambiantes, lo cual requiere un acercamiento ágil y flexible para hacer frente a los cambios y lograr los objetivos del proyecto” (s. p.). Este tipo de proyectos se desarrollan a partir de iteraciones en las que se define

el alcance de cada iteración antes de iniciar (Lledó, 2020).

Cuando se finaliza una iteración, se entrega al patrocinador del proyecto incrementos parciales para su revisión. A partir de aquí se recopilan los nuevos requisitos para la siguiente iteración y se repite el proceso hasta terminar el producto o servicio. Lledó (2020) menciona que existen tres variaciones del ciclo adaptativo:

**2.2.3.2.1. Incremental.** Inicia con una iteración en la cual se presenta una funcionalidad básica. A medida que avanzan las fases del proyecto, también se incrementan las funcionalidades de cada iteración. Como principal beneficio, se obtiene mayor velocidad en la entrega de valor al cliente y la capacidad de realizar ajustes pequeños y oportunos al proyecto sin que involucren grandes procesos de retrabajo.

Esta variación es particularmente útil durante la fase de diseño de los centros de datos, ya que pueden iniciarse con una iteración que ofrezca al cliente una perspectiva global básica del proyecto y agregar más detalle y definición a medida que avanzan las iteraciones.

**2.2.3.2.2. Iterativo.** A diferencia de la variación anterior, no se tiene una idea clara del alcance del producto por desarrollar, sino que se define con cada iteración a medida que avanza el proyecto. El producto se construye poco a poco, sin embargo, las iteraciones no producen entregables funcionales que puedan utilizarse.

**2.2.3.2.3. Ágil.** Es útil para proyectos con un grado de incertidumbre muy alta y una cadencia de entrega frecuente. Durante cada iteración se obtiene un producto listo para ser lanzado, lo cual genera mayor valor para el cliente por la frecuencia de las entregas y la obtención de retroalimentación de cada lanzamiento.

Algunos ejemplos de proyectos adaptativos son:

Desarrollo de una app. Pues a medida que se recibe retroalimentación de los usuarios, los desarrolladores pueden adaptar y mejorar la aplicación en tiempo real.

Diseño de un producto: Con base en la retroalimentación que se obtiene de los clientes, el diseño puede irse modificando y adaptando para satisfacer las necesidades y expectativas.

**2.2.3.3. Proyectos híbridos.** Un planteamiento híbrido para la gestión de proyectos combina los principios del enfoque predictivo y adaptativo. Este tipo de proyectos son adecuados cuando se necesita tener un balance entre la estabilidad y la adaptabilidad.

Según Snyder (2023), escoger el enfoque adecuado para un proyecto requiere tener familiaridad, tanto con el enfoque predictivo como con el adaptativo. Se debe comprender también el producto, el contexto del proyecto y la visión de la empresa, ya que las variables de cada uno tienen influencia sobre el desempeño del enfoque por utilizar.

Los proyectos de diseño de centros de datos pueden beneficiarse de un enfoque híbrido para su desarrollo. Durante la etapa de diseño necesitan mayor capacidad adaptativa para poder manejar las variables del diseño y así tener mayor agilidad de respuesta. Al utilizar la variación progresiva que se mencionó, tienen la posibilidad de darse avances periódicos de diseño incrementando el detalle y complejidad de cada iteración. Lo anterior tiene el fin de revisar con el patrocinador y corregir cantidades menores de información.

Por otra parte, el enfoque predictivo en proyecto de diseño de centros de datos puede utilizarse durante las fases de tramitología para obtener permisos de construcción. Esto ya que se tiene una visión muy clara del alcance esperado y los requisitos para conseguir el producto deseado: la aprobación del proyecto por la autoridad con jurisdicción.

#### ***2.2.4. Administración, dirección o gerencia de proyectos***

La definición de la administración de proyectos inicia con la comprensión de qué es un proyecto. Según el Project Management Institute (PMI, 2021), un proyecto es un esfuerzo temporal que se realiza para alcanzar un producto, un servicio o un resultado único. En esta línea de pensamiento, la administración de proyectos es aquel proceso necesario para materializar los objetivos del proyecto. Kerzner (2009) lo define de la siguiente forma:

La administración de proyectos consiste en la planificación, organización, dirección y control de los recursos de la compañía para alcanzar un objetivo en un tiempo relativamente corto que se ha establecido para completar metas específicas y objetivos. Además, la administración de proyectos utiliza un enfoque sistémico para la gestión al tener personal funcional asignado a un proyecto específico (s. p.).

La administración de proyectos incorpora herramientas y técnicas que contribuyen por realizar efectivamente los procesos de inicio, ejecución, control y cierre aplicándolas con el conocimiento necesario, utilizando guías y principios como la Guía del PMBOK.

Según Heldman (2018), una de las funciones más importantes de la administración de proyectos es la planificación. En esta etapa se define el resto de la vida del proyecto y se establece cómo realizar el seguimiento del desempeño de este. Aquí es donde se genera la estructura necesaria que permite maximizar la eficiencia y minimizar el desperdicio para asegurar los resultados que se esperan. De acuerdo con (2017) para que la administración de proyectos sea exitosa debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Presupuesto
- b. Plazo



- c. Calidad
- d. Aceptación del cliente
- e. Sostenibilidad

Sin embargo, una parte primordial de la gestión de proyectos tiene que ver con las habilidades blandas del director del proyecto y el ambiente de la organización. Un director de proyecto debe propiciar la colaboración del equipo de trabajo en la entidad, la comunicación transparente dentro y fuera de la empresa y la adaptabilidad del equipo para enfrentar los cambios.

#### ***2.2.5. Áreas de conocimiento y procesos de la administración de proyectos***

Las áreas de conocimiento definidas por la Guía del PMBOK son áreas dentro de la gestión de proyectos que definen los procesos, entradas, salidas, herramientas y técnicas necesarias para cada una de las 10 áreas en particular. A continuación, se describe brevemente en qué consiste cada una según la Guía del PMBOK (PMI, 2017).

**2.2.5.1. Gestión de la integración del proyecto.** Esta área del conocimiento se encarga de coordinar y unificar todos los procesos y actividades del proyecto para alcanzar los objetivos establecidos.

**2.2.5.2. Gestión del alcance del proyecto.** Este proceso se encarga de definir y controlar lo que está incluido o no en el proyecto. A partir de esta área del conocimiento, se pueden establecer las expectativas del proyecto que aseguran la aceptación de los interesados.

**2.2.5.3. Gestión del cronograma del proyecto.** Durante este proceso se planifica la secuencia y los plazos de ejecución de las actividades del proyecto. Una vez que se desarrolló el

cronograma, se debe controlar durante la ejecución del proyecto y gestionar las desviaciones que puedan surgir.

**2.2.5.4. Gestión de los costos del proyecto.** Esta área del conocimiento involucra los procesos de planificación, monitoreo y control. El objetivo principal es la ejecución del proyecto dentro del presupuesto estimado y aprobado.

- Gestión de la calidad del proyecto.

Estos son los procesos y actividades para garantizar la calidad de la organización durante la planificación, gestión y control. El objetivo es alcanzar las expectativas del cliente y el cumplimiento de los requisitos de los entregables.

**2.2.5.5. Gestión de los recursos del proyecto.** Esta área del conocimiento se encarga de planificar, adquirir y gestionar los recursos para ejecutar el proyecto exitosamente. Además, contempla los recursos humanos, materiales y financieros. Debe cumplir con los plazos y presupuesto establecidos para las adquisiciones y metas internas de la organización.

**2.2.5.6. Gestión de las comunicaciones del proyecto.** Corresponde al manejo de la información del proyecto de forma efectiva, eficiente y adecuada. Contempla procesos de planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición de la información. Se debe planificar la comunicación con los interesados y gestionar su involucramiento de acuerdo con el poder, influencia e interés de cada uno. A partir de la aplicación correcta de esta área del conocimiento se obtiene el éxito en las relaciones, lo que mejora la colaboración y disminuye el conflicto.

**2.2.5.7. Gestión de los riesgos del proyecto.** Este proceso tiene como objetivo identificar, evaluar y controlar los riesgos que pueden afectar el proyecto. En el caso de riesgos

positivos, se trata de oportunidades que deben potenciarse para materializarse. Si se trata de riesgos negativos, se definen como amenazas, las cuales deben categorizarse de acuerdo con su probabilidad e impacto en el proyecto para poder planificar las respuestas a cada uno.

**2.2.5.8. Gestión de las adquisiciones del proyecto.** Son aquellos procesos necesarios para adquirir los bienes y servicios requeridos para la ejecución del proyecto, los cuales incluyen la planificación, ejecución y el control de las adquisiciones. Además, se deben monitorear los riesgos asociados a la entrega de estos bienes, como los retrasos, incumplimientos de contratos o calidad deficiente.

**2.2.5.9. Gestión de los interesados del proyecto.** Esta área del conocimiento tiene como objetivos identificar, planificar, gestionar y controlar a las personas u organizaciones interesadas en el proyecto. A través de estos procesos se categorizan los interesados de acuerdo con su interés, poder e influencia para poder así gestionar correctamente sus expectativas y minimizar los riesgos asociados.

La Tabla 1 es un extracto de la Guía del PMBOK (PMI, 2017), la cual muestra la relación entre las áreas de conocimiento y los grupos de procesos asociados a cada una.

**Tabla 1**

*Correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento de la Dirección de Proyectos*

<b>Procesos PMBOK</b>	<b>Gestión de procesos de iniciación</b>	<b>Gestión de procesos de planificación</b>	<b>Gestión de procesos de ejecución</b>	<b>Gestión de procesos de monitoreo y control</b>	<b>Gestión de procesos de cierre</b>
Gestión de la integración	Desarrollar el acta de constitución del proyecto	Desarrollar el plan para la dirección del proyecto	Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto  Gestionar el conocimiento del proyecto	Monitorear y controlar el trabajo del proyecto	Cerrar proyecto o fase
Gestión del alcance		Planificar la gestión del alcance  Recopilar requisitos  Definir el alcance  Crear la EDT		Verificar el alcance  Controlar el alcance	
Gestión del cronograma		Planificar la gestión del cronograma  Definir las actividades  Secuenciar las actividades  Estimar la duración de las actividades		Controlar el cronograma	

Procesos PMBOK	Gestión de procesos de iniciación	Gestión de procesos de planificación	Gestión de procesos de ejecución	Gestión de procesos de monitoreo y control	Gestión de procesos de cierre
		Desarrollar el cronograma			
Gestión de costos		Planificar la gestión de costos		Controlar los costos	
		Estimar los costos			
		Determinar el presupuesto			
Gestión de la calidad		Planificar la gestión de calidad	Gestionar la calidad	Controlar la calidad	
Gestión de los recursos		Planificar la gestión de los recursos	Adquirir recursos	Controlar los recursos	
		Estimar los recursos de las actividades	Desarrollar el equipo		
			Dirigir el equipo		
Gestión de las comunicaciones		Planificar la gestión de las comunicaciones	Gestionar las comunicaciones	Monitorizar las comunicaciones	
Gestión de los riesgos		Planificar la gestión de riesgos	Implementar la respuesta a los riesgos	Monitorizar los riesgos	

Procesos PMBOK	Gestión de procesos de iniciación	Gestión de procesos de planificación	Gestión de procesos de ejecución	Gestión de procesos de monitoreo y control	Gestión de procesos de cierre
		Identificar los riesgos			
		Realizar análisis cualitativo de los riesgos			
		Realizar análisis cuantitativo de los riesgos			
		Planificar la respuesta a los riesgos			
Gestión de las adquisiciones		Planificar la gestión de adquisiciones del proyecto	Efectuar las adquisiciones	Controlar las adquisiciones	
Gestión de los interesados		Planificar la participación de los interesados	Gestionar la participación de los interesados	Monitorizar la participación de los interesados	

*Nota.* Grupos de procesos y áreas del conocimiento de la dirección de proyectos. Tomado de la Guía del PMBOK, por Project Management Institute (PMI) (2017).

### **2.2.6. Ciclos de vida de los proyectos**

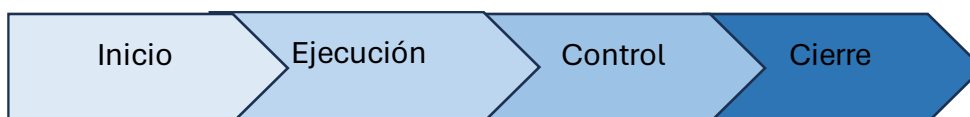
**2.2.6.1. Ciclo de vida de los proyectos híbridos.** El ciclo de vida del proyecto son aquellas fases involucradas, desde su inicio hasta su fin (PMI, 2017). Cada fase del proyecto típicamente culmina con un entregable que permite o no pasar a la siguiente fase (Lledó, 2017). Sin embargo, este enfoque puede producir rigidez en los procesos, especialmente cuando se trata

de etapas del proyecto que no cuentan con tanta definición desde el inicio.

Se enfoca en el ciclo de vida en los proyectos de diseño de centros de datos, para lo cual se opta por escoger un enfoque híbrido que permite tener mayor flexibilidad y adaptabilidad en la etapa de diseño a través de un enfoque adaptativo y mayor estabilidad para las etapas de tramitología donde se cuenta con un alcance, costo, tiempo y calidad definidos detalladamente desde el inicio. Aunque se mantuvo un ciclo de vida de proyecto que contempla las fases de inicio, ejecución, control y cierre, como se muestra en la Figura 3.

### Figura 3

*Ciclo de vida de proyecto*

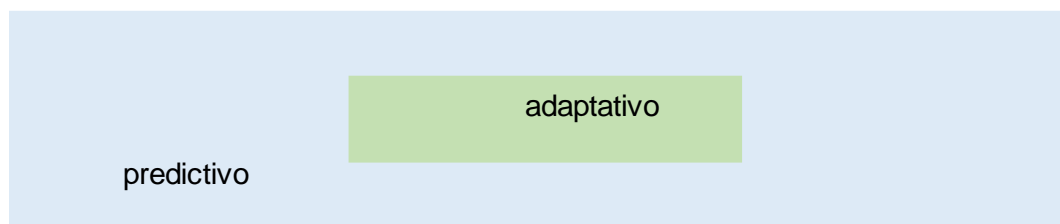


*Nota.* La Figura 3 muestra el ciclo de vida del proyecto que contempla las fases de inicio, ejecución, control y cierre. Tomado de la Guía del PMBOK, por Project Management Institute (PMI) (2017).

Se identificó que durante la fase de ejecución se puede implementar un enfoque adaptativo. La Figura 4 muestra un elemento iterativo inmerso en un proyecto principalmente predictivo. En este caso, el elemento iterativo corresponde a la etapa de diseño donde hay mayor incertidumbre y complejidad debido a la naturaleza cambiante de los procesos de diseño.

### Figura 4

*Proyecto predictivo con elementos iterativos*

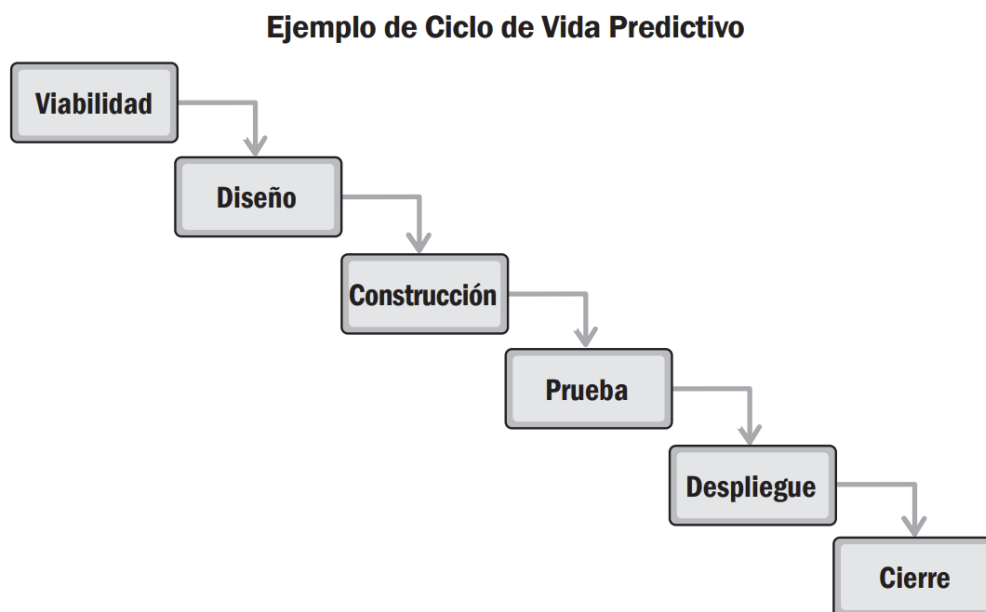


*Nota.* Proyectos híbridos. Adaptado de A largely agile approach with a serial component, por Project Management Institute (2022), <https://www.pmi.org/disciplined-agile/serial/hybridlifecycles>

Durante la etapa de diseño se puede tener una mayor cadencia de entrega, resolviendo en el camino a partir de entregas incrementales los ajustes necesarios para atender los requisitos de los interesados. Esta es una oportunidad para entregar valor al cliente de forma rápida, obteniendo los beneficios desde una etapa temprana en el ciclo de vida del proyecto (Harrin, 2021). De esta forma, se evita involucrar esfuerzos mayores que requerirían trabajar hasta completar todo el proyecto para poder ver el impacto del trabajo realizado.

**2.2.6.2. Ciclo de vida de los proyectos predictivos.** Según la Guía del PMBOK (PMI, 2017), los proyectos con ciclos de vida predictivos se caracterizan por tener definido desde el inicio del proyecto su alcance, plazo, costo y calidad. Este tipo de proyectos se desarrollan por medio de fases secuenciales o *en cascada*, en donde cada fase tiene una serie de actividades específicas que deben concluir para iniciar la fase siguiente. En la Figura 5 se muestra gráficamente el ciclo de vida de los proyectos predictivos.

**Figura 5**  
*Fases del ciclo de vida predictivo*



*Nota.* Tomado de guía del PMBOK, por Project Management Institute (PMI) (2021).



**2.2.6.3. Ciclo de vida de los proyectos adaptativos.** Según establece la Guía del PMBOK (PMI, 2021), el ciclo de vida adaptativo en proyectos se desarrolla mediante iteraciones o incrementos de rápida ejecución que permiten acoger el cambio. Se utiliza en proyectos donde se manejan altos niveles de complejidad, incertidumbre, riesgo y plazos cortos. Este ciclo de vida implica trabajar de manera colaborativa y recibir constante retroalimentación de los patrocinadores del proyecto.

### ***2.2.7. Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos***

La estrategia se define como el patrón de objetivos, propósitos o metas y los planes para lograrlas. Estos planes se formulan al definir a cuál negocio pertenece la organización o a cuál debe pertenecer. También se enfoca en los estados financieros de la empresa (Andrews, 1985).

**2.2.7.1. Estrategia empresarial.** La estrategia empresarial se vincula directamente con los resultados empresariales. A través de esta se busca un plan de acción para obtener ventaja competitiva en el mercado, para que logre crecer. Es por eso por lo que constituye las bases para la organización de la estructura interna y la relación con su entorno, lo que permite que todos los componentes estén alineados para el logro de sus objetivos. Debe contemplar los clientes a los cuales servirá, el valor que les proporciona y la definición de las capacidades que le permitirán crear ese valor, tanto para los clientes como para los accionistas (Maldonado, 2018).

**2.2.7.2. Portafolios.** Los portafolios son colecciones de programas, operaciones y proyectos que apoyan la estrategia empresarial y sus metas (Heldman, 2018). La gestión de un portafolio implica administrar los programas, proyectos y otros portafolios secundarios.

Asimismo, guía las decisiones de inversión de la organización para que avance de acuerdo con

las metas de la estrategia empresarial. Para esto, se evalúa cada proyecto en función del valor que genera y se valora si están alineados con los objetivos estratégicos de la organización (Heldman, 2018).

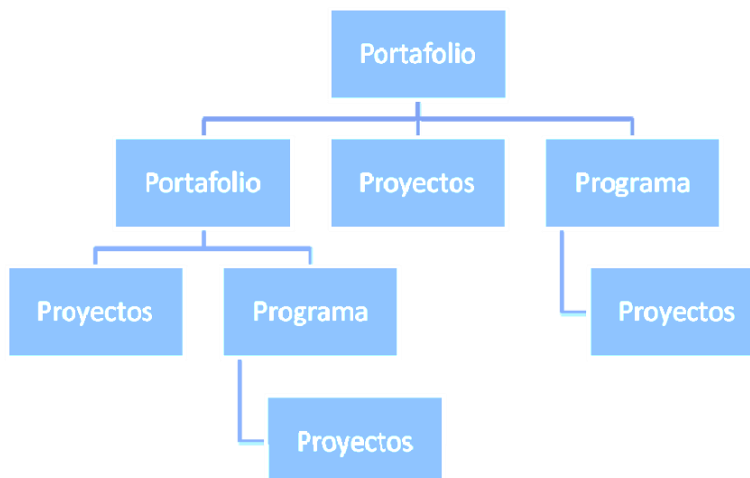
**2.2.7.3. Programas.** Según la Guía del PMBOK (PMI, 2017), los programas son proyectos que se relacionan, programas subsidiarios y actividades de cronogramas que se gestionan coordinadamente para obtener beneficios adicionales a una gestión individual. La gestión de programas implica integrar los proyectos que los componen con un enfoque estratégico. Si no se gestionan de forma eficiente y efectiva, pueden repercutir en el desempeño de los proyectos, ya que requiere planificación, manejo de los recursos, restricciones y riesgos.

**2.2.7.4. Proyectos.** La Guía del PMBOK define un proyecto como un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único (PMI, 2017). Los proyectos cuentan con un alcance definido que se desarrolla a medida que avanza el ciclo de vida del proyecto. Además, tienen restricciones de presupuesto, tiempo y calidad establecidos desde la etapa de planificación. Para ejecutarlos, se deben definir las actividades y recursos necesarios a través de un plan de proyecto que permita alcanzar sus objetivos.

El objeto de este trabajo pertenece al grupo de los proyectos, ya que responde a una serie de objetivos específicos que se quieren alcanzar y tiene una duración limitada, establecida por una fecha de inicio y una fecha de cierre. Además, cuenta con recursos humanos asignados que conforman el equipo de proyecto, los cuales tienen asignados roles y responsabilidades, recursos físicos como equipo de oficina, presupuesto y límite de plazo de ejecución. En la Figura 6 se observa la relación entre portafolio, programas y proyectos.

**Figura 6**

*Diagrama de relación entre portafolio, programas y proyectos*



Adaptado de Relación portafolio-programa-proyecto, por Leyva y Pinero (2009), Research Gate, [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Relacion-Portafolio-Programa-Proyecto\\_fig1\\_261509448](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Relacion-Portafolio-Programa-Proyecto_fig1_261509448). CC 2.0.

### **2.3. Situación actual y principales ejes de investigación**

#### **2.3.1. Situación actual del problema u oportunidad en estudio**

Se busca solventar un faltante en la gestión de proyectos de diseño en centros de datos, detectado durante la ejecución de varios de estos proyectos. El principal motivo de que exista esta brecha en los procesos de gestión se atribuye al crecimiento acelerado que ha tenido la compañía en los últimos 2 años. En donde la empresa se enfocó en resolver las necesidades inmediatas sin proyección a actualizar sus procedimientos de gestión de acuerdo con la alta demanda que se tenía.

Al observar el desarrollo de estos procesos de diseño, se notó que el modelo 100 % predictivo no funciona para la etapa de diseño, ya que requiere más adaptabilidad que permita al equipo de trabajo resolver sobre la marcha aquellos requerimientos técnicos que los patrocinadores no tienen aún definidos. También se detectó el siguiente problema:

Se detectó una debilidad en el cumplimiento en tiempo y forma de los entregables de diseño por parte del equipo de trabajo. No había trazabilidad de los avances para poder monitorear el progreso de los equipos y realizar pronósticos que permitieran medir la probabilidad de completar los requisitos para cada entrega.

En segundo lugar, en el ámbito de la cultura de la organización, se detectó que el ambiente colaborativo entre disciplinas de ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica y arquitectura necesitaba optimizarse y establecer un proceso de seguimiento a la comunicación entre los coordinadores de cada disciplina para controlar que las instrucciones de la PMO se estaban transmitiendo a los equipos de trabajo.

En tercer lugar, la comunicación y presentación de avances a los clientes o patrocinadores del proyecto no reflejaba los compromisos establecidos en el plan de proyecto. Además, no se tenía una idea clara de las herramientas de presentación y comunicación del progreso del diseño de los centros de datos. Por lo tanto, se tomó especial interés en investigar cuáles métricas y KPI eran los apropiados para integrar a las presentaciones ejecutivas con los directivos patrocinadores del proyecto, los cuales a diferencia del equipo técnico que aprueba la implementación de los requerimientos técnicos están más enfocados en una visión global del desarrollo del proyecto.

A partir de lo anterior, se vio la necesidad de crear una propuesta de técnicas, herramientas y procesos para el control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos. A la vez, se complementó con personalizar esto a un enfoque de gestión más adaptativo en la etapa del diseño y con encontrar la manera adecuada de presentar el avance a los ejecutivos de forma eficiente y efectiva para garantizar el manejo correcto de la información para estos interesados.

### **2.3.2. Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio**

Las principales investigaciones realizadas para el tema de fondo se enfocaron en dos temas principalmente:

- Centros de datos: definición, importancia y diseño.
- Procesos de control y seguimiento de los proyectos.

**2.3.2.1. Centros de datos.** Los centros de datos son facilidades de operación crítica. Su operación debe ser fluida y robusta para que el servicio pueda mantenerse continuo en caso de eventos como cortes de energía y catástrofes ambientales.

En su interior los centros de datos almacenan máquinas de computación y sus equipos de *hardware* tales como servidores, unidades de almacenamiento de datos, equipos de red y demás equipo electromecánico que permite su funcionamiento.

Según Padua (2023), la función principal de los centros de datos es almacenar, administrar y distribuir los datos de sus clientes, lo que garantiza una función continua. Estos enormes volúmenes de datos incluyen actividades que se desarrollan en línea, como entretenimiento, negocios, trabajo remoto, *streaming* y *delivery*.

Los centros de datos son importantes para la sociedad, ya que actúan como catalizadores de la economía digital. Además, facilitan servicios que se pueden realizar en línea desde el celular, computadora o tableta. Por ejemplo, sin los centros de datos, funciones simples como una transacción bancaria tendrían que realizarse de manera presencial y en efectivo.

**2.3.2.1.1. Tipos de centros de datos.** Padua (2023) menciona que existen cuatro tipos de centros de datos:

**2.3.2.1.1.1. Empresarial o enterprise.** Son centros de datos privados propiedad de la empresa y operados por esta. Estos están diseñados especialmente para satisfacer sus necesidades.

**2.3.2.1.1.2. Servicios administrados u hosting.** Son centros de datos que *alquilan* el alojamiento de los datos por una tarifa mensual a terceros.

**2.3.2.1.1.3. Colocación u housing.** Estos centros de datos alquilan el espacio para que empresas externas coloquen su propio equipo de almacenamiento.

**2.3.2.1.1.4. Nube o cloud.** Para este tipo de centros de datos, los datos y aplicación están alojados en la nube de un proveedor.

**2.3.2.1.1.5. Edge.** Según Datacenter Dynamics (2021) este tipo de centros de datos cercano al usuario final, es decir cerca de las fuentes de datos y además requieren baja latencia.

Independientemente del esquema que se utiliza, un centro de datos está compuesto en parte por:

- Servidores y *hardware*.
- Almacenamiento de datos (unidades de estado sólido SSD u otros).
- Redes de comunicación.
- Sistemas de seguridad tales como supresión de incendio, detección de incendio, controles de acceso, monitoreo de cámaras.

- Sistema de energía ininterrumpida (UPS por sus siglas en inglés), las cuales proporcionan energía de respaldo en caso de cortes eléctricos. Típicamente, también cuentan con generadores alimentados por diésel.
- Enfriamiento para proteger a los servidores del calor que genera su operación.
- Monitoreo y gestión (BMS *building management system*) para supervisar la operación de los servidores y la infraestructura y así poder detectar a tiempo problemas.
- Escalabilidad, lo cual se refiere a la capacidad de crecimiento al poder albergar más cantidad de servidores, almacenamiento o equipos.

Para la planeación estratégica de un *data center*, Geng (2015) menciona que se deben considerar cuatro fuerzas principales.

- Impulsores del negocio: contempla agilidad, resiliencia, escalabilidad y modularidad, fiabilidad y disponibilidad, planificación de capacidad, costos totales de propiedad y sostenibilidad.
- Procesos: ubicación, diseño arquitectónico, diseño electromecánico y estructural, velocidad hacia la productividad, calidad y seguridad.
- Tecnologías: mejores prácticas, tecnologías emergentes.
- Operaciones: utilización y control, mantenimiento preventivo, procesos continuos, mejoras programadas.

De estas cuatro fuerzas principales, la investigación se enfocó en procesos y tecnologías, ya que se relacionan con los procedimientos de diseño de centro de datos. Es importante resaltar que, para este tipo de proyectos, debido a su naturaleza técnica y utilitaria, el diseño

arquitectónico responde a las necesidades de la ingeniería electromecánica, que representa un 70 %-80 % de los costos totales de un centro de datos (Geng, 2015, p. 8).

La dependencia entre los sistemas y la necesidad del avance de diseño simultáneo implicaron prestar atención especial en la propuesta de procesos, técnicas y herramientas para el control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos. Se integraron los departamentos de ingeniería y arquitectura para garantizar que todos cuenten con la información actualizada, estén alineados en los requerimientos de diseño del proyecto y evitar reprocesos.

**2.3.2.2. Procesos de control y seguimiento.** En segundo lugar, una vez obtenida la visión general de las implicaciones y procesos de un proyecto de diseño de centro de datos, se investigó acerca del control y seguimiento de los proyectos para determinar cuáles procedimientos, técnicas y herramientas son más eficientes y compatibles.

En el artículo de Hayes Munson (2012), la autora menciona que en la Guía del PMBOK (PMI, 2017) los procesos de monitoreo y control de proyecto tienen como objetivo revisar y regular el progreso del desempeño del proyecto. Lo anterior al identificar si hay áreas en las que deba cambiarse el plan de proyecto e iniciar estos cambios.

Hayes Munson (2012) explica que la Guía del PMBOK (PMI, 2017) establece que estos procesos de gestión son aplicables en 8 de las 9 áreas de conocimiento y que la profundidad de aplicación incluye las siguientes actividades:

Comparar los resultados que se planificaron con los resultados reales: rendimiento de informes, determinar si es necesario actuar y cuál es la acción correcta, garantizar que los entregables sean correctos en función de las definiciones o requisitos aprobados, obtener la aprobación de los entregables por parte de las partes interesadas autorizadas, evaluación del



desempeño general del proyecto, gestionar riesgos, gestión de contratos y proveedores (Hayes Munson, 2012).

Dentro de los principales aportes del artículo elaborado por Hayes Munson (2012) se extrae su cuestionamiento sobre cómo saber el estado del proyecto, de qué forma debe comunicarse este al equipo de trabajo, cómo asegurarse de que los clientes sepan el estado actual del proyecto y cuándo deben implementarse cambios o no.

Para ejecutar el seguimiento y control de un proyecto, se deben considerar las herramientas adecuadas y los indicadores de seguimiento. Según Navarro (2023), los indicadores son los datos de control que dan visión del estado del proyecto. Estos pueden ser el alcance u objetivos del proyecto, el cumplimiento del cronograma, la ejecución del proyecto, el cumplimiento del presupuesto y la satisfacción del cliente, que está asociada a la calidad.

Como menciona Navarro (2023), el control del proyecto depende de una buena planificación inicial. En esta etapa se deben determinar los plazos entre hitos, la frecuencia de la evaluación del progreso del proyecto y los objetivos y resultados clave necesarios para medir el avance. Para realizar el seguimiento de un proyecto, Pérez (2021) sugiere implementar las siguientes características en la fase de control:

- Una visión global que incluya todos los aspectos y fases del proyecto.
- Periodización del control: programar el seguimiento periódicamente para tener trazabilidad de su evolución.
- Control creativo y eficaz a partir de métricas, indicadores para alcanzar los objetivos que se plantearon.

- Control motivador, fomentar un ambiente colaborativo entre los interesados del proyecto para solucionar los problemas de forma conjunta.
- Control flexible, a través de la adaptabilidad alcanzar los objetivos.

Las reuniones, revisiones de avance, informes y uso de *software* son algunas técnicas que pueden implementarse en el seguimiento de proyectos (Pérez, 2021), las cuales son aplicables para la temática de esta investigación.

**2.3.2.2.1. Metodologías que se han usado.** La metodología de investigación define los procesos y técnicas necesarios para llevar a cabo un estudio (AdminIberoBlogs, 2020). Para establecer la metodología apropiada, se tiene en cuenta el área de estudio, los objetivos y la información disponible.

Según las fuentes bibliográficas que se utilizan, la principal metodología detectada es la investigación descriptiva. Tamayo y Tamayo (2006) explica lo que es y expone las características de un área de interés. Por ejemplo, en la literatura, para comprender el desarrollo del diseño de centros de datos, los autores Ayomaya (2020), Geng (2015) y López (2020) realizaron una investigación que se enfoca en la situación actual de los centros de datos, su importancia y componentes. En este material no hay interés en comprobar la información presentada ni en realizar futuros experimentos.

Por otro lado, en las temáticas que se relacionan con la gestión de proyectos, se detecta una metodología de investigación correlacional. Según indican Hernández Sampieri *et al.* (2014), la investigación correlacional tiene como objetivo describir relaciones entre 2 o más variables en un determinado momento. Particularmente, las fuentes de información obtenidas de Hayes

Munson (2012), Kerzner (2017) y Pérez (2021) muestran cómo en los proyectos las variables afectan a las relaciones de varios procesos de manera simultánea.

Este tipo de investigación, como describen Cancela *et al.* (2010), se utiliza para describir las relaciones entre variables de interés y determinar si existe una correlación entre ellas. A partir de esta clase de investigación, se define el problema, se revisa el material literario, se identifican las variables más importantes y se determinan las herramientas más adecuadas para obtener datos. Kerzner (2017) particularmente usa esta metodología para analizar los datos de los proyectos y establecer los mejores métodos para el control y seguimiento.

Por otro lado, se encontró que se utiliza la metodología de investigación cuantitativa en bibliografía que se enfoca en el uso de métricas e indicadores de desempeño, como mencionan Navarro (2023) y Lamadrid (2023), en la literatura que se enfoca en cómo recopilar, analizar e interpretar los datos de los proyectos para poder medir de manera objetiva su avance. Este tipo de investigación también se aplica al material estudiado de Kerzner (2017), ya que su estudio de herramientas de seguimiento y control de los proyectos se enfoca en la toma de decisiones informadas a partir de datos que permiten evaluar el desempeño del proyecto, la eficiencia y efectividad de los proyectos.

La metodología de investigación cuantitativa que presenta la literatura que se mencionó ayuda también a encontrar patrones y relaciones entre variables. Esto contribuye a la mejora de los procesos de planificación, ejecución y control en el ámbito de los proyectos, lo cual se alinea con los objetivos de esta investigación.

#### ***2.3.2.2.2. Conclusiones y recomendaciones obtenidas.***

##### ***2.3.2.2.2.1. Conclusiones.*** Las principales conclusiones obtenidas del material

investigado se dividen en la temática del diseño de centros de datos y en los procesos de seguimiento y control para este tipo de proyectos. Como menciona López (2020), los centros de datos continuarán en creciente demanda, ya que los avances en la tecnología de la información necesitan mayor capacidad de almacenamiento y rapidez de respuesta. Por esta alta demanda e innovación de tecnologías asociadas a los componentes de los centros de datos, el proceso de diseño de estos edificios debe poder responder rápidamente al cambio.

Según Geng (2015), para los proyectos de diseño de centros de datos es fundamental conocer las metas, las restricciones, las soluciones factibles, la información conocida y desconocida, validar las soluciones y encontrar las óptimas. Además, el negocio de los centros de datos requiere agilidad y resiliencia, lo cual sugiere una gestión enfocada en la adaptabilidad.

Debido a que esta adaptabilidad es necesaria, Snyder (2023) expone que un enfoque híbrido se alinea mejor para tener la capacidad de respuesta al cambio y mayor flexibilidad en la definición de requisitos.

**2.3.2.2.2. Recomendaciones.** Se mantiene el ambiente colaborativo entre los interesados del proyecto, lo que facilita la comunicación y el acceso a los informes de avance del proyecto, solicitudes de cambio, retroalimentación y mantiene las sesiones de seguimiento motivadoras y resolutivas según menciona Lledó (2020). Kerzner (2017) indica que para cada proyecto se deben personalizar los procesos, técnicas y herramientas para el control y seguimiento. Lo anterior incluye métricas, indicadores de desempeño, herramientas digitales, hojas de control, entre otros.

### **2.3.3. Medición, comunicación y calidad**

**2.3.3.1. Importancia y definición de métricas y KPI.** Parte del éxito de los procesos de

control y seguimiento de los proyectos es la definición de las métricas e indicadores de desempeño conocidos como KPI. Para la investigación de este tema se estudió principalmente al autor Harold Kerzner (2020).

Según Kerzner (2020), las métricas en la gestión de proyectos son vitales para medir y monitorear objetivamente el desempeño de los proyectos. A través de los datos que se obtienen de las métricas, se pueden identificar áreas de mejora, realizar pronósticos del proyecto y tomar decisiones informadas.

Además, una métrica efectiva debe tener un propósito: proporcionar información útil, enfocarse en un objetivo, tener capacidad de precisión, reflejar el verdadero estado del proyecto, apoyar la gestión proactiva, evaluar la probabilidad de éxito o fracaso del proyecto y haber sido aceptada por los *stakeholders* como herramienta para la toma de decisiones informadas (Kerzner, 2020).

Las métricas proporcionan una imagen del estado del proyecto e incluyen la evaluación del cronograma, costo, alcance, cambios realizados al alcance, calidad, satisfacción del cliente y mitigación de riesgos. Para seleccionar las métricas adecuadas para el proyecto, se deben enfocar los esfuerzos en utilizar solo aquellas que provean datos prioritarios para el proyecto y los *stakeholders*. Estas métricas son aquellas por las que el equipo tomaría acciones correctivas para restablecer los resultados a los índices esperados.

Por otro lado, los indicadores de desempeño o KPI según Sánchez (2023) son diferentes a las métricas en el sentido de que los KPI están asociados a los objetivos de la organización. Por lo tanto, evalúan si las estrategias que se implementan funcionan para conseguir esos objetivos. Por otra parte, las métricas únicamente miden un valor de determinado proceso.

Los KPI, como menciona Kerzner (2020), son importantes porque proveen una medida objetiva y cuantificable del desempeño de los proyectos. Esto permite al gerente de proyecto evaluar el progreso del proyecto e identificar aquellas áreas que necesitan mayor atención y representan oportunidades de mejora. Identificadas con antelación, estas áreas permiten ejecutar estrategias para encarrilar de nuevo el proyecto. Dentro de los principales aspectos que menciona Kerzner (2020) sobre la importancia de los KPI se encuentran:

- Medir el éxito del proyecto: seleccionando los KPI correctos alineados con los objetivos de la empresa y el proyecto, el director de proyecto asesora si los avances van en función de los objetivos y si el proyecto se encuentra alineado.
- Permiten evaluar el desempeño: los KPI permiten a los directores de proyectos valorar el desempeño del equipo del proyecto, de los individuos para identificar las áreas débiles y tomar acciones correctivas.
- Alertas tempranas: los KPI actúan como un sistema de alerta temprana a los posibles problemas y desviaciones que alejen al proyecto de su curso planificado. Al monitorear regularmente los KPI, los gerentes de proyecto pueden mitigar riesgos y tomar decisiones informadas sobre acciones correctivas.
- Toma de decisiones: se pueden tomar decisiones más objetivas respaldadas por datos en temas de asignación de recursos, priorización de proyecto y gestión de riesgos.
- Comunicación con los interesados del proyecto: a través de las presentaciones de los KPI a los interesados del proyecto se puede comunicar de forma efectiva el progreso, desempeño y resultados.

- Mejora continua: el continuo monitoreo de los KPI facilita los procesos de mejora continua, lo que ayuda a los gerentes de proyecto a medir el impacto de los cambios por implementar.

**2.3.3.2. Storytelling o narrativa de datos y presentaciones ejecutivas.** Según Kerzner (2017), la comunicación es vital para mantener el progreso del proyecto a flote, así como la colaboración de los interesados. Por esto, tras los resultados durante los procesos de seguimiento y control del proyecto, se deben transmitir los datos resultantes con transparencia y eficacia para el conocimiento de todo el equipo del proyecto.

La representación correcta de los datos recopilados mediante los procesos de control y seguimiento, tras haber establecido las métricas y KPI, permite a los patrocinadores del proyecto conocer el estado de este y tomar decisiones informadas.

En este sentido, se investigó sobre una técnica llamada *storytelling* de datos, mediante la cual se utilizan los datos para contar una *historia*. Esto facilita comprender la información presentada, ya que no todos los interesados del proyecto tienen el mismo nivel de conocimiento sobre gestión de proyectos.

La narrativa de datos se fundamenta en tres pilares principales según Holliday (2021): los datos, la visualización y la narrativa. Estos elementos permiten explicar una tendencia o concepto que respalde las conclusiones a través de métricas y KPI. Para establecer una narrativa de datos exitosa, Holliday (2021) explica que se deben seguir los siguientes pasos:

1. Determinar y articular el problema que debe resolverse.
2. Determinar los datos necesarios para responder al problema.

3. Identificar las fuentes de datos.
4. Definir las opciones de visualización de datos óptimas para representar la información.
5. Construir la narrativa que explique de forma efectiva la visualización.

Mediante esta técnica de *storytelling* de datos, se pueden mejorar las presentaciones ejecutivas que se utilizan para el reporte del estado del proyecto a los *stakeholders*, haciéndolas más fáciles de comprender y capturando la atención de los interesados. Las presentaciones ejecutivas que se usan para transmitir el estado del proyecto generalmente utilizan *dashboards* o tableros para comunicar la información más crítica a los interesados del proyecto.

Según Kerzner (2020) para una buena implementación de los *dashboards* como técnica de reporte del proyecto, se deben entender las necesidades de información de la audiencia, explicar cómo se utiliza el tablero, de qué forma se realizan las mediciones y establecer cada cuánto se hace el control. Como parte de las recomendaciones de diseño de *dashboards* que ofrece Kerzner (2020) están:

- El uso de color como simbología para mejorar la comunicación.
- Mantener un diseño consistente con jerarquía visual que facilite navegar la información.
- Utilizar títulos claros y descriptivos.
- Facilitar el acceso a la información.
- Estandarizar la forma en la que se presenta.
- Incluir gráficos fáciles de comprender.

**2.3.3.3. Aseguramiento de la calidad de los entregables.** Un entregable se define como



los resultados del proyecto que se entregarán al cliente, los cuales constan de resultados tangibles que pueden producirse por fases o hitos dentro del proyecto. Dentro de lo que se debe monitorear en un proyecto de diseño de centros de datos más allá del alcance y requisitos de los entregables de diseño, está la calidad.

Según la Guía del PMBOK (PMI, 2017), controlar la calidad implica que las salidas de los procesos cumplan con los parámetros establecidos y expectativas de los interesados. Para este proceso de controlar la calidad, se deben establecer durante la planificación del proyecto cuáles son los estándares y criterios de aceptación para poder validar que cada entregable cumpla con los requisitos mínimos.

La Guía del PMBOK establece que el aseguramiento de la calidad reside en los procesos que se utilizan en el proyecto; se trata de seguir y cumplir con los estándares. Lo anterior tiene el fin de asegurar a los interesados que el producto final satisfará sus necesidades, expectativas y requisitos (PMI, 2017). Es importante que este aseguramiento de la calidad se haga durante toda la ejecución del proyecto, teniendo la aprobación del cumplimiento de los entregables antes de ser recibidos por el cliente.

Una técnica recomendada por el sitio ProjectCor (s. f.) consiste en implementar una mentalidad de revisión de las tareas ejecutadas dentro del equipo de trabajo del proyecto. Esto implica que una vez completado un entregable, se asigna una persona para evaluar si cumple con los requisitos establecidos. De esta manera, se puede asegurar que la calidad sea consistente con los demás entregables, que cumpla con los requerimientos contractuales y esté libre de errores.

Una entrega de alta calidad significa mayor confianza por parte del cliente en la empresa. Además, en el ámbito de gestión interna implica reducir el desperdicio de tiempo y recursos en

retrabajos. En la Guía del PMBOK (PMI, 2017) se encuentran una serie de herramientas y técnicas que permiten controlar la calidad de los entregables:

- Hoja de verificación: consiste en un documento que facilita el seguimiento ordenado de tareas, procesos o inspecciones.
- Revisiones del desempeño: estas inspecciones se realizan utilizando las métricas y KPI definidos durante la fase de planificación del proyecto, mediante una comparativa del estado actual *versus* el estado deseado.
- Inspecciones: las revisiones consisten en examinar el producto del trabajo. En este caso serían los entregables establecidos en la fase de planificación. Para efectos de los proyectos de diseño de centros de datos, una técnica aplicable para el control de calidad de los entregables, según la Guía PMBOK (PMI, 2017), son las inspecciones entre pares. Al aplicar esta técnica, los miembros del equipo de trabajo con mayor experiencia evaluarían los trabajos realizados por el equipo del proyecto, con la finalidad de corregir cualquier brecha antes de entregar al cliente.

Tener un control y seguimiento adecuado del proyecto es importante para garantizar la calidad de los resultados. A través de estos procesos se puede monitorear el desempeño del proyecto para verificar que se cumple con los estándares y requisitos establecidos a lo largo de todo el proceso. De esta manera, se puede identificar de forma temprana cualquier desviación para implementar correcciones que mantengan la calidad del proyecto. Estas correcciones se llevan a cabo mediante la toma de decisiones informadas con base en los datos que se obtienen por medio de las técnicas de control y seguimiento mencionadas.

### Capítulo III. Marco metodológico

El marco metodológico, tal como lo menciona Mata (2019) es el apartado que define cómo se llevan a cabo las etapas del proceso investigativo para la obtención, análisis e interpretación de datos. Da consistencia a la investigación en las fases del procedimiento, relacionándolas y comunicándolas entre sí. Las normas APA, según Rivas (2022) indican que dentro de la estructura del marco teórico se debe incluir:

- El tipo de investigación: puede ser cualitativo, cuantitativo o mixto.
- Participantes y variables: trata de la variedad de participantes seleccionados de acuerdo con edad, sexo, estatura, entre otros.
- Diseño de estudio de acuerdo con el enfoque cuantitativo, cualitativo o mixto.
- Métodos de recolección de datos.

#### 3.1. Fuentes de información

Según TUTFG (2023), las fuentes de información son todos los documentos o recursos que proveen datos y conocimiento acerca de un tema en específico. Abarcan todo tipo de aplicación que involucre satisfacer una necesidad de información y se clasifican de acuerdo con el nivel de información que brindan.

##### 3.1.1. Fuentes primarias

Las fuentes de información primaria representan el pensamiento original, informan sobre descubrimientos o acontecimientos o pueden compartir información nueva (Suárez, 2023).

Además, son aquellas que proporcionan información de primera mano, como entrevistas, encuestas y diarios.

Las fuentes de información primaria que se utilizan en este proyecto fueron entrevistas realizadas al equipo para conocer su posición respecto a la oportunidad de mejora en los procesos de seguimiento y control para los proyectos de diseño de centros de datos.

### 3.1.2. Fuentes secundarias

Las fuentes de información secundarias se basan en la información existente. Según Etecé Equipo Editorial (2022), proporcionan datos indirectos sujetos a interpretación y estudios que contribuyen a nuevas formas de información. Pueden incluir fuentes como libros, enciclopedias, revistas, críticas, entre otros.

Las fuentes de información secundarias que se utilizan en esta investigación consisten en libros, artículos digitales, *blogs* y revistas digitales sobre gestión de proyectos con énfasis en los procesos de seguimiento y control y conceptos básicos de diseño e importancia de los centros de datos. En la Tabla 2 se resumen las fuentes de información que se emplean en este proyecto.

**Tabla 2**  
*Fuentes de información utilizadas*

Objetivos	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
1. Investigar acerca de los procesos de diseño de los centros de datos, con el fin de que se entienda el trabajo que implica, las disciplinas involucradas y las restricciones asociadas.	Entrevistas con el equipo de trabajo involucrado en la etapa de diseño de centros de datos.	Geng, H. (2015). <i>Data center Handbook</i> . John Wiley & Sons, Inc.  López, L. (2020, 31 de agosto). <i>¿Qué son los centros de datos y cuál es su importancia?</i>

Objetivos	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
2. Realizar una investigación acerca de las metodologías de control y seguimiento durante la gestión de proyectos, con el fin de que se identifiquen las más efectivas para este tipo de proyectos de diseño de centros de datos.		<p>LinkedIn.</p> <p><a href="https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-son-los-centros-de-datos-y-cu%C3%A1l-es-su-importancia-lopez-olivera/?originalSubdomain=es">https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-son-los-centros-de-datos-y-cu%C3%A1l-es-su-importancia-lopez-olivera/?originalSubdomain=es</a></p>
		<p>Hayes Munson, K. A. (2012). <i>How do you know the status of your project? Project monitoring and controlling</i>. Paper presented at PMI® Global Congress 2012—North America, Vancouver, British Columbia, Canada. Newtown Square, PA: Project Management Institute.</p>
		<p>Pérez, A. (2021, 25 de marzo). <i>Cómo afrontar la etapa de seguimiento y control de mi proyecto</i>. OBS Business School.</p> <p><a href="https://www.obsbusiness.school/blog/como-afrontar-la-etapa-de-seguimiento-y-control-de-mi-proyecto">https://www.obsbusiness.school/blog/como-afrontar-la-etapa-de-seguimiento-y-control-de-mi-proyecto</a>.</p>
		<p>Salapatas, J. N. (2000). <i>Best practices—the nine elements to success</i>. Paper presented at Project Management Institute Annual Seminars &amp; Symposium, Houston, TX. Newtown Square, PA: Project Management Institute.</p>

Objetivos	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
3. Identificar los principales riesgos y desafíos que se presentan durante la etapa de diseño de los centros de datos para que se establezcan las metodologías que permitan monitorear adecuadamente estas restricciones.	-Entrevistas con el equipo de trabajo con mayor experiencia en la compañía.	Geng, H. (2015). <i>Data center Handbook</i> . John Wiley & Sons, Inc.  Ayomaya, B. (2020). <i>Data center for Beginners: a beginner guide towards understanding data center Design (data center Design Guide)</i> . Independently published.
4. Proponer procesos, técnicas y herramientas específicas, efectivas y eficientes para el seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos, lo que incluye recomendaciones para su implementación, con el fin de que se estandarice su aplicación y se mejoren los resultados.		Lamadrid, N. (2023, 7 de abril). <i>5 herramientas de seguimiento de los proyectos valiosas para tu empresa</i> . LinkedIn. <a href="https://www.linkedin.com/pulse/5-herramientas-de-seguimiento-proyectos-valiosas-para-lamadrid/?originalSubdomain=es">https://www.linkedin.com/pulse/5-herramientas-de-seguimiento-proyectos-valiosas-para-lamadrid/?originalSubdomain=es</a> .  Kerzner, H. (2017). <i>Project Management Metrics, KPI, and Dashboards: a Guide to Measuring and Monitoring Project performance</i> . John Wiley & Sons, Inc.  Navarro, J. M. (2023, 9 de abril). <i>Algunos ejemplos de indicadores en un proyecto para su seguimiento y evaluación</i> . Revista digital Inesem. <a href="https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-empresarial/indicadores-de-seguimiento-y-control-de-proyectos/">https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-empresarial/indicadores-de-seguimiento-y-control-de-proyectos/</a>  Thai, J. (2022, 28 de octubre). <i>Cómo crear un informe de estado del proyecto eficaz en tan</i>

Objetivos	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
		<i>solo ocho pasos. Asana.</i> <a href="https://asana.com/es/resources/how-project-status-reports">https://asana.com/es/resources/how-project-status-reports</a>

*Nota.* La Tabla 2 muestra las fuentes de información que se utilizan en correspondencia con cada objetivo y según sean primarias o secundarias.

### 3.2. Métodos de investigación

Los métodos de investigación proporcionan una guía para obtener o validar la información y conocimiento sobre algún tema en particular. Es decir, los métodos de investigación son un conjunto de procedimientos lógicos a través de los cuales se plantean problemas científicos y se ponen a prueba hipótesis e instrumentos de trabajo investigados (Ramos, 2021).

Según menciona Ramos (2021), los métodos de investigación se dividen en lógicos y empíricos. Los métodos lógicos se clasifican en deductivo, hipotético-deductivo, inductivo, medición y Delphi y empíricos se clasifican en observación y experimental. Para este proyecto se utilizó el método deductivo, el de abstracción y el Delphi como métodos de investigación.

#### 3.2.1. Método deductivo

El método deductivo según Espínola (2023) es un tipo de enfoque que se utiliza en la investigación, el cual se basa en la lógica y el análisis de premisas generales para llegar a conclusiones específicas. En un primer proceso se establecen las premisas a partir de las cuales se formula una hipótesis. Seguidamente, se realizan las deducciones lógicas a partir de las premisas e hipótesis, lo cual permite llegar a conclusiones.

Este método de investigación se utilizó como primer acercamiento para formular la hipótesis a partir de las premisas de gestión de proyectos aplicables al seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos. A partir de las premisas de que un control y seguimiento eficiente es parte de los factores de éxito de un proyecto, se planteó la hipótesis de este estudio.

### ***3.2.2. Método abstracción***

Para esta investigación también se utilizó el método de la abstracción, el cual fue particularmente útil para llevar a cabo actividades de observación detallada de la realidad sobre cómo se ejecutan los proyectos de diseño de centros de datos en la empresa.

La abstracción no se limita a destacar y aislar alguna propiedad y relación del objeto asequible a los sentidos, sino que trata de descubrir el nexo esencial oculto e inasequible al conocimiento empírico (Ramos Chayoga, 2021). Al utilizar este método se identificaron aquellos elementos clave de los procesos de diseño, seguimiento y control, relacionándolos entre sí para encontrar patrones en estos. A partir de esto, se definieron los principales conceptos que se aplicaron para comprobar la hipótesis.

### ***3.2.3. Método Delphi***

El método Delphi consiste en el consenso de opiniones de expertos en un tema específico. Se llega a este consenso a partir de la elaboración de un cuestionario que cada experto debe responder, según el Instituto Europeo de Posgrado (2020), en el que se ponderan las respuestas y se llega a conclusiones en conjunto. Este método se utilizó cuando se requirió información por parte del equipo de trabajo y en particular de los coordinadores de cada disciplina, con respecto a las brechas de los procesos de seguimiento y control durante la etapa



de diseño de centros de datos que deben solventarse para asegurar la eficiencia y cumplimiento de expectativas.

En la Tabla 3 se aprecian los métodos de investigación que se utilizan para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

**Tabla 3**  
*Métodos de investigación utilizados*

Objetivos	Métodos de investigación		
	Método deductivo	Método abstracción	Método Delphi
1. Investigar acerca de los procesos de diseño de los centros de datos, con el fin de que se entienda el trabajo que implica, las disciplinas involucradas y las restricciones asociadas.	No aplicó	Se utilizó para extraer las características esenciales de un centro de datos e identificar los procesos y etapas asociadas a su diseño.	No aplicó
2. Realizar una investigación acerca de las metodologías de control y seguimiento durante la gestión de proyectos, con el fin de que se identifiquen las más efectivas para este tipo de proyectos de diseño de centros de datos.	Se estableció como premisa que los procesos de control y seguimiento efectivos son claves para el éxito de los proyectos. A partir de esto, se formuló la hipótesis y se investigó el material bibliográfico para poder deducir la aplicabilidad de estos procedimientos de gestión y evaluar los resultados.	Se extrajeron los principales conceptos asociados a las metodologías de seguimiento y control para identificar los pasos clave asociados a su aplicación correcta.	No aplicó
3. Identificar los principales riesgos y desafíos que se presentan durante la etapa de diseño de los centros de datos para que se establezcan las	No aplicó	Mediante la observación detallada del proceso de diseño de centros de datos se analizó el comportamiento de estos procesos para identificar las causas comunes de los desafíos de diseño.	Para este objetivo aplicando el método Delphi se realizó un cuestionario para el equipo técnico del proyecto para promediar la incidencia de los riesgos que se identifican a partir de

Objetivos	Métodos de investigación		
	Método deductivo	Método abstracción	Método Delphi
metodologías que permitan monitorear adecuadamente estas restricciones.			las lecciones aprendidas.
4. Proponer procesos, técnicas y herramientas específicas, efectivas y eficientes para el seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos, lo que incluye recomendaciones para su implementación, con el fin de que se estandarice su aplicación y se mejoren los resultados.	A partir de la observación del proceso de diseño de centros de datos y la investigación realizada se generó el conocimiento que permitió deducir cuáles técnicas y herramientas funcionan para el control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos. A partir de la premisa de que si la aplicación de estos procesos ayuda a generar proyectos exitosos, al aplicarlos al tema de fondo el resultado es exitoso.	Se extrajeron los principales conceptos para el seguimiento y control de los proyectos para relacionarlos con el diseño de centros de datos y los riesgos y desafíos que se identifican.	No aplicó

*Nota.* La Tabla 2 muestra los métodos de investigación que se utilizan en correspondencia con cada objetivo.

### 3.3. Herramientas de investigación

Según el *campus* digital Identidad y desarrollo (2019) para obtener los datos base para el análisis, diseño, propuesta o implementación de un proyecto existen diversas formas de investigar. Las herramientas investigativas dan pautas e instrumentos para recopilar la información aplicando los procesos que se alineen mejor a los objetivos y tipo de investigación. Según Editorial Etecé (2022), los tres principales aspectos a los que contribuyen las herramientas de investigación son los siguientes:

- a. Organizar las etapas de la investigación.

- b. Facilitar el control de la cantidad y calidad de la información.
- c. Ser una guía sobre la validez de la hipótesis de la investigación.

En la Tabla 4 se definen las herramientas que se utilizan para cada objetivo propuesto.

Estas herramientas se recopilaron de la Guía del PMBOK (PMI, 2017), las cuales se describen a continuación:

- Observación: se utiliza para ver a las personas en su ambiente, cómo realizan sus trabajos y cuáles son las dificultades que se presentan.
- Análisis del producto: se analizan los productos o servicios para poder recopilar sus características y aspectos importantes que forman parte de los entregables.
- Requisitos del proyecto en proyectos similares anteriores: se analizan proyectos anteriores del mismo ámbito para recopilar datos y requerimientos.
- Investigación documental o bibliográfica: se realiza a través de libros, revistas, documentos digitales para recopilar datos y aplicarla a la investigación.
- Diagramas de flujo: se usa como ayuda gráfica para comprender el orden de los procesos asociados a una actividad o proyecto.
- Análisis de contenido: es una herramienta cualitativa para recopilar información a través de la lectura y la observación que permite identificar patrones recurrentes, según menciona Ortega (s. f.).
- Cuestionarios: son preguntas formuladas para obtener información de forma rápida de varias personas.

- Entrevistas: son una herramienta informal para obtener información de los interesados hablando directamente con ellos. Los individuos deben tener experiencia en el proyecto para identificar requisitos y características necesarias para los entregables.
- Lluvias de ideas: es una manera de generar ideas de forma rápida en un grupo de personas, el cual lidera un moderador. Posteriormente, se realiza un análisis de los datos que se generan.
- Listas de verificación: son útiles para verificar que toda la información requerida en un entregable se presente y contribuir a la calidad de estos.

**Tabla 4**  
*Herramientas utilizadas*

Objetivos	Herramientas
1. Investigar acerca de los procesos de diseño de los centros de datos, con el fin de que se entienda el trabajo que implica, las disciplinas involucradas y las restricciones asociadas.	Observación Análisis del producto Requisitos del proyecto en proyectos similares anteriores Investigación documental o bibliográfica Diagramas de flujo
2. Realizar una investigación acerca de las metodologías de control y seguimiento durante la gestión de proyectos, con el fin de que se identifiquen las más efectivas para este tipo de proyectos de diseño de centros de datos.	Investigación documental o bibliográfica Análisis de contenido
3. Identificar los principales riesgos y desafíos que se presentan durante la etapa de diseño de los centros de datos para que se establezcan las metodologías que permitan monitorear adecuadamente estas restricciones	Observación Cuestionarios Entrevistas Investigación bibliográfica
4. Proponer procesos, técnicas y herramientas específicas, efectivas y eficientes para el seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos, lo que incluye recomendaciones para su implementación, con el fin de que se estandarice su aplicación y se mejoren los resultados.	Lluvia de ideas Listas de verificación Investigación bibliográfica

*Nota.* La Tabla 4 muestran las herramientas que se utilizan en correspondencia con cada objetivo.

### 3.4. Supuestos y restricciones

- **Supuestos:** un supuesto es algo considerado real o verdadero sin la seguridad de que lo sea (Real Academia Española, s. f., s. p.). Al tener en cuenta esta definición, los supuestos permiten que los equipos avancen con el trabajo del proyecto. Como menciona Luna González (2017), los supuestos deben monitorearse, ya que pueden resultar falsos y tener un impacto negativo en el proyecto. Además, se dan en cuatro ámbitos principales: recursos, entrega, presupuesto y alcance.
- **Restricciones:** las limitaciones son posibles restricciones que afectan el desempeño del proyecto y, típicamente, se presentan en temas de presupuesto, alcance y tiempo, según señala Arciniega (2016). Es importante comprender que estas restricciones están interconectadas y repercuten entre sí.

Además del triángulo de hierro (Barnes, 1969) que contempla el costo, el alcance y el tiempo, se debe considerar su interrelación con los riesgos, recursos y calidad, tal como menciona el Team Asana (2022). Los supuestos y restricciones y su relación con los objetivos del proyecto final de graduación se ilustran en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Supuestos y restricciones*

Objetivos	Supuestos	Restricciones
1. Investigar acerca de los procesos de diseño de los centros de datos, con el fin de que se entienda el trabajo que implica, las disciplinas involucradas y las restricciones asociadas.	Se supone que se contará con la disponibilidad de información necesaria para tener un entendimiento general de las implicaciones de un centro de datos y el flujo de procesos en la etapa de diseño.	La investigación puede requerir un conocimiento técnico avanzado, la falta de conocimiento puede limitar la capacidad para sintetizar adecuadamente los procesos de diseño de centros de datos

Objetivos	Supuestos	Restricciones
2. Realizar una investigación acerca de las metodologías de control y seguimiento durante la gestión de proyectos, con el fin de que se identifiquen las más efectivas para este tipo de proyectos de diseño de centros de datos.	Se asume que las bases teóricas que se estudian para procesos de control y seguimiento de los proyectos en general pueden aplicarse y son efectivas para proyectos de diseño de centros de datos.	La adquisición de posibles herramientas digitales para la investigación es costosa y puede limitar el acceso a experimentación con estas.
3. Identificar los principales riesgos y desafíos que se presentan durante la etapa de diseño de los centros de datos para que se establezcan las metodologías que permitan monitorear adecuadamente estas restricciones	Se asume que se contará con la colaboración efectiva de los líderes de ingeniería para obtener su juicio de experto acerca de los principales riesgos y desafíos que se presentan durante la etapa de diseño.	Pueden presentarse restricciones de disponibilidad de tiempo por los líderes de ingeniería para obtener de ellos la información relevante.
4. Proponer procesos, técnicas y herramientas específicas, efectivas y eficientes para el seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos, lo que incluye recomendaciones para su implementación, con el fin de que se estandarice su aplicación y se mejoren los resultados.	Se asume que la propuesta genera valor para la organización.	El tiempo disponible para llevar a cabo la propuesta es limitado y puede afectar su alcance y profundidad.

*Nota.* La Tabla 5 muestra los supuestos y restricciones que se utilizan en correspondencia con cada objetivo.

### 3.5. Entregables

Los entregables según la Guía del PMBOK (PMI, 2017) son los resultados de las actividades de un proyecto que se entregan a los clientes al final de cada fase del proyecto. Típicamente, para avanzar a la siguiente fase se debe contar con la aprobación del entregable de la fase anterior. Pueden ser parciales, intermedios o finales, pero siempre deben ir alineados con los objetivos del proyecto, pues el cumplimiento de los objetivos garantiza la satisfacción del cliente.

**Tabla 6**  
*Entregables por objetivo*

Objetivos	Entregables
1. Investigar acerca de los procesos de diseño de los centros de datos, con el fin de que se entienda el trabajo que conlleva, las disciplinas involucradas y las restricciones asociadas.	Documento resumen con los principales componentes y requisitos para definir el diseño. Diagrama de flujo del proceso de diseño

Objetivos	Entregables
2. Realizar una investigación acerca de las metodologías de control y seguimiento durante la gestión de proyectos, con el fin de que se identifiquen las más efectivas para este tipo de proyectos de diseño de centros de datos.	Documento con las metodologías de control y seguimiento aplicables a proyectos de diseño de centros de datos.
3. Identificar los principales riesgos y desafíos que se presentan durante la etapa de diseño de los centros de datos para que se establezcan las metodologías que permitan monitorear adecuadamente estas restricciones	Informe de los riesgos que se identifican Matriz de probabilidad e impacto respecto a resultados por evaluación de juicio de expertos
4. Proponer procesos, técnicas y herramientas específicas, efectivas y eficientes para el seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos, lo que incluye recomendaciones para su implementación, con el fin de que se estandarice su aplicación y se mejoren los resultados.	Documento con la propuesta de procesos, técnicas y herramientas para el seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos. Presentación de la propuesta resumida.

*Nota.* La Tabla 6 muestra los entregables del proyecto en correspondencia con cada objetivo.

## Capítulo IV. Desarrollo

### 4.1. Visión general del proceso de diseño de los centros de datos

El propósito de esta sección es investigar los principales elementos del diseño de los centros de datos e identificar las brechas en el control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos. Para lograr esto, se llevó a cabo una investigación bibliográfica y una encuesta a las personas colaboradoras. Además, se buscó definir qué es un centro de datos, cuáles son los sistemas más relevantes que los componen y su importancia en la sociedad actualmente.

Además, a través de la encuesta aplicada a los coordinadores de los departamentos de la empresa DCP se obtuvo información sobre el flujo de trabajo para el diseño de los centros de datos. Asimismo, se recopilaron datos que permitieron analizar el estado actual de los procesos de control y seguimiento de los proyectos con el objetivo de identificar las áreas de mejora.

#### 4.1.1. *Qué es un centro de datos*

La compañía multinacional de tecnología informática IBM define un centro de datos como una sala física, un edificio o una instalación que alberga esa infraestructura para crear, ejecutar y entregar aplicaciones y servicios y para almacenar y gestionar los datos asociados con esas aplicaciones y servicios (IBM, s. f.).

En la actualidad, debido a que la evolución del manejo y procesamiento de la información ha migrado al mundo digital, la sociedad depende de los centros de datos para funciones básicas como realizar una consulta a través de la web en un motor de búsqueda, llevar a cabo una transacción bancaria desde casa, reproducir una película desde una plataforma digital



en su TV hasta funciones más complejas como activar los sistemas de armamento de un ejército. Todas estas acciones interactúan de manera directa o indirecta con un centro de datos equipado con ordenadores de alto rendimiento e infraestructura de soporte que permite el acceso a la información sin interrupciones.

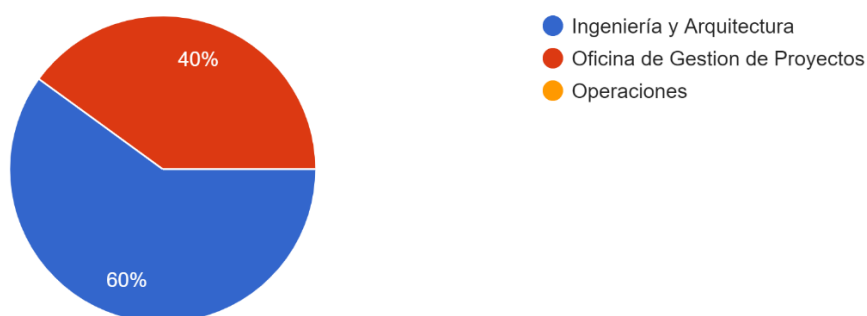
A continuación, se incluye la encuesta aplicada a las personas colaboradoras de la organización.

#### **4.1.2. Cuestionario n.º 1**

El objetivo de este cuestionario fue recopilar datos e identificar el conocimiento que tienen las personas colaboradoras con respecto a los elementos que componen los centros de datos, las dependencias entre procesos de diseño y el estado actual de los procedimientos y herramientas de seguimiento y control que se utilizan en la organización. El personal seleccionado corresponde a individuos con roles de coordinación. A continuación se presentan las preguntas:

1. ¿A cuál departamento pertenece?

**Figura 7**  
*Porcentaje de encuestados por departamento*

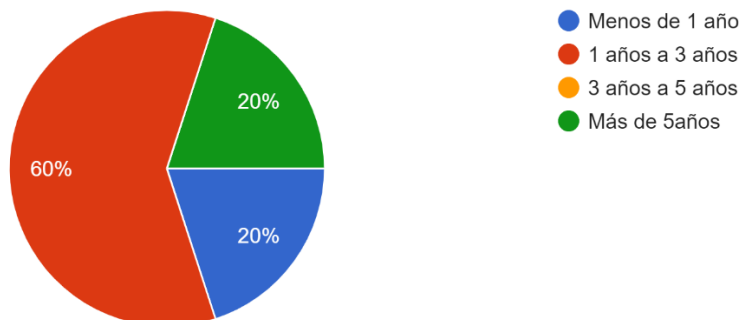


Según la Figura 7, la organización está compuesta principalmente por personal del Departamento de Ingeniería y Arquitectura.

## 2. Años de servicio en la organización:

### Figura 8

*Años de servicio en la organización*

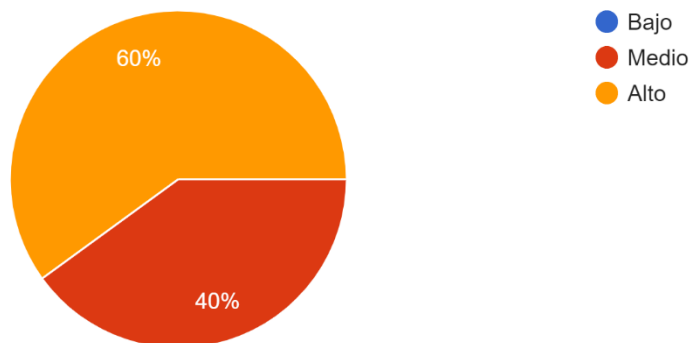


De acuerdo con la información obtenida, la Figura 8 muestra que un 80 % de las personas entrevistadas tiene menos de 3 años en la compañía. Esto demuestra el crecimiento acelerado que ha tenido la organización en los últimos años. Además, se puede notar que el nivel de experiencia de las personas colaboradoras trabajando para la empresa es bajo.

## 3. ¿Cuál es su nivel de conocimiento en proyectos?

### Figura 9

*Nivel de conocimiento en proyectos*

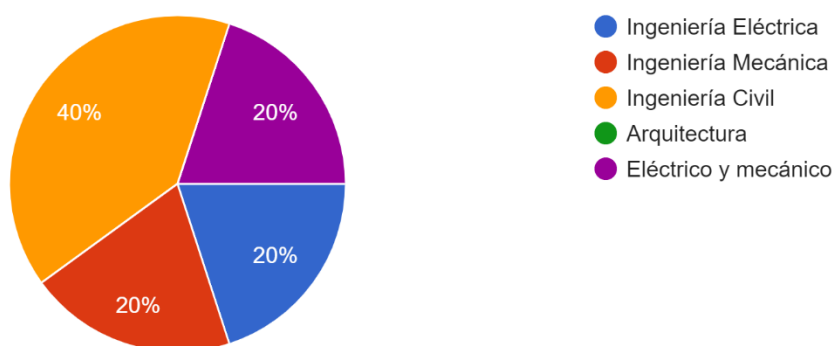


La Figura 9 muestra que la mayoría de las personas encuestadas tiene un nivel de experiencia alto en el desarrollo de proyectos. Además, se observa que los profesionales cuentan con la experiencia y el conocimiento necesarios para abordar la complejidad de los proyectos de diseño de centros de datos.

#### 4. ¿Cuál es su profesión?

**Figura 10**

*Profesiones de las personas encuestadas*



Según la Figura 10, la mayor parte de la organización está conformada por profesionales de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica.

#### 5. Defina brevemente ¿qué es un centro de datos?

De las respuestas obtenidas se tiene que un centro de datos es un lugar donde se procesa y almacena información y transacciones y es una infraestructura física que guarda los datos digitales de cualquier empresa. Esta información se guarda en servidores que forman parte de la nube y están disponibles para los usuarios finales. Además, contienen infraestructura electromecánica que proporciona alimentación eléctrica y suministro de aire frío para el funcionamiento de servidores y equipos de telecomunicaciones.

6. ¿Cuáles sistemas lo componen?

Los centros de datos están compuestos por los siguientes sistemas:

- a. Sistema mecánico, el cual incluye los subsistemas de plomería, diésel, HVAC, supresión de incendios.
- b. Sistema eléctrico, compuesto por potencia, cctv, control de acceso, detección de incendios y telecomunicaciones.
- c. Arquitectura.
- d. Civil.
- e. Estructural.

Conocer los sistemas que componen los centros de datos facilita monitorear el avance del diseño y desgarnar los entregables esperados de cada subsistema en paquetes de trabajo.

7. ¿Cuáles son los requerimientos técnicos que deben definirse al inicio del proyecto?

- a. Densidad de procesamiento de *racks*.
- b. Topología y tecnología de enfriamiento.
- c. Autonomía para sistemas de respaldo de generación de energía.
- d. Capacidad de procesamiento.
- e. Carga TI
- f. Condiciones ambientales.
- g. Topología eléctrica.

- h. Nivel de redundancia.
- i. Valor máximo de resistencia de puesta a tierra.
- j. Alcance del proyecto en el ámbito de diseño.

Definir los requerimientos técnicos fundamentales al inicio del proyecto es esencial para concretar las bases de diseño del centro de datos. Las bases de diseño deben ser aprobadas por los *stakeholders* desde la fase de inicio y para esto, existe una plantilla base sobre la cual el equipo de ingeniería desarrolla los puntos mencionados. Cuando se falla en precisar alguno de estos criterios aumenta el riesgo de retrasos y reprocesos durante la ejecución del diseño.

- 8. ¿Qué información técnica se debe definir antes de iniciar el diseño del *layout*?
  - a. Tipo de sistemas de enfriamiento.
  - b. Tamaños y pesos de unidades críticas (*chillers*, manejadoras y generadores).
  - c. Capacidades de tanques de combustible.
  - d. Selección de equipos.
  - e. Dimensiones de equipos y espacio libre alrededor de estos para ventilación y mantenimiento.
  - f. Regulaciones y normativa de construcción.
  - g. Cantidad y tipo de recintos requeridos por el cliente.
  - h. Nivel de TIER
  - i. Tecnología de enfriamiento.

- j. Tecnología del transformador.
- k. Ubicación y área por construir.

El *layout* o distribución inicial de los espacios del centro de datos es la base para emplazar los equipos y continuar con el desarrollo de las rutas electromecánicas. El dimensionamiento y la distribución de los espacios dependen de la definición de los puntos mencionados. Este insumo lo desarrolla arquitectura y se encuentra en mutua dependencia con los departamentos de ingeniería eléctrica e ingeniería mecánica.

9. ¿Cuáles espacios componen los centros de datos?

- a. Sala de datos (*data hall*).
- b. *Entrance room* o cuarto de empalme.
- c. Cuarto de almacenamiento y destrucción de discos.
- d. Cuartos mecánicos.
- e. Cuartos eléctricos.
- f. Patio de generadores.
- g. MDA (*Main Distribution Area* o Área de Distribución Principal).
- h. NOC: (*Network Operations Center* o Centro de Operaciones de Red).
- i. SOC (*Security Operations Center* o Centro de Operaciones de Seguridad).
- j. Patio de condensadores.
- k. Cuarto de telecomunicaciones interno.

- l. Cuarto de media tensión.
- m. Cuarto de proveedores.
- n. Cuarto de cuarentena.
- o. Caseta de seguridad.
- p. Administración.
- q. Cocineta/comedor.
- r. Cuarto de limpieza.
- s. Taller (opcional).

La lista definitiva de espacios conforma el programa arquitectónico. En su mayoría, estos espacios obedecen parámetros de seguridad tales como resistencia al fuego. Estos requerimientos deben ser documentados, pues de su cumplimiento depende la calidad del proyecto, así como la obtención de permisos de construcción y certificaciones de diseño.

10. ¿Qué información es necesaria para definir la estrategia de enfriamiento?

- a. Carga térmica generada por servidores.
- b. Clima local.
- c. Espacio disponible para máquinas.
- d. Operación del centro de datos a cargas parciales.
- e. Valor deseado de PUE (*power usage effectiveness*).
- f. Tiempos de entrega recomendados.

- g. Respaldo en mercado local recomendado.
- h. Temperatura exterior máxima y mínima en bulbo seco.
- i. Temperatura exterior máxima y mínima en bulbo húmedo.
- j. Altitud del sitio.
- k. Perfil de temperatura anual.

La información enunciada garantiza que el sistema de enfriamiento seleccionado contempla todos los parámetros que pueden afectar su rendimiento y es eficiente durante su operación. Cuando se falla en definir algunos de los puntos mencionados tienen la posibilidad de generarse cambios en la selección de estrategia de enfriamiento, selección de equipos que, a la vez, tienen impacto en la configuración del espacio y en la definición de la carga eléctrica, lo que da como resultado retrasos por reprocesos.

11. ¿Qué información se requiere para definir la potencia del proyecto?

- a. Requerimiento de carga TI por parte del cliente.
- b. Acometida en zona de construcción.
- c. Autonomía requerida para sistema de respaldo.
- d. Consumo energético de *racks* para dimensionar generadores.
- e. Carga TI
- f. Cargas de equipos mecánicos.
- g. Eficiencia de los equipos.



- h. Pérdidas de distribución y transformación.
- i. KW por *rack* y cantidad de *racks* por implementar.
- j. PUE (*power usage effectiveness* o eficiencia energética) aproximado.

Al asegurar que se cuenta con la información anterior, se garantiza que la distribución de cargas eléctricas y la selección de equipos críticos como generadores, UPS, ATS, cumplan con los parámetros necesarios para la función del centro de datos. Además, se evitan futuros cambios de diseño en el sistema eléctrico.

## 12. ¿Quiénes componen el equipo de diseño?

- a. Profesional en Ingeniería Eléctrica.
- b. Profesional en Ingeniería Telemática.
- c. Profesional en Ingeniería Mecánica.
- d. Profesional en Ingeniería Civil.
- e. Profesional en Arquitectura.
- f. Profesional en Ingeniería Estructural.
- g. Modeladores.

Conocer los integrantes típicos de un proyecto de diseño de centros de datos permite planificar de forma eficiente la distribución de los recursos en la compañía y evitar la sobrecarga de trabajo en las personas. Además, al establecer los miembros del proyecto se puede evaluar el desempeño de los recursos, lo cual ayuda a identificar si es necesaria alguna acción preventiva o correctiva.

13. ¿Cuáles son las principales dependencias entre sistemas?

Este punto refleja cuáles datos impiden que otros sistemas avancen en el diseño, lo que crea una interdependencia con riesgo de retrasos. Las principales dependencias que se identificaron fueron:

- a. Definición del equipo eléctrico para que el equipo mecánico pueda definir las cargas térmicas y la capacidad necesaria del equipo de enfriamiento.
- b. Definición del equipo mecánico para que el equipo eléctrico pueda definir la alimentación eléctrica de los equipos y defina la distribución de cargas en tableros.
- c. Arquitectura depende de la selección de los equipos electromecánicos de mayor tamaño para el dimensionamiento de los espacios.

14. Según su experiencia, durante el diseño de centros de datos ¿en qué ha notado que se sufren reprocesos usualmente?

- a. Cuando las tecnologías de enfriamiento no son satisfactorias en el ámbito de consumo.
- b. Cuando el cliente realiza solicitudes de equipo adicionales, pues se debe recalcular la carga térmica y, por ende, la carga eléctrica.
- c. En la selección de equipos por falta de definición de la carga TI.
- d. En la distribución de equipos por no definir la tecnología y topología.
- e. En el diseño estructural por coordinaciones a destiempo con las demás disciplinas.

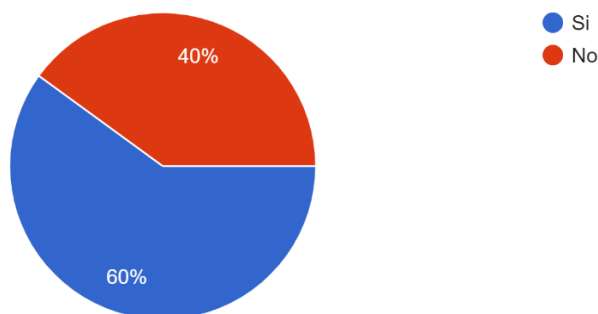
Identificar las principales causas de reprocesos en el proceso de diseño significa reconocer los primordiales riesgos a los que se exponen los proyectos, con la finalidad de establecer medidas que puedan eliminar o mitigar la concreción de estos.

15. En la actualidad se divide el desarrollo del diseño de centros de datos en cuatro fases (conceptual o anteproyecto, básico, esquemático y detallado) ¿Considera que esta división de avances es la adecuada? ¿Por qué?

En términos generales, las personas colaboradoras están de acuerdo con la división del desarrollo del diseño. Opinan que propicia una cadencia de entrega adecuada para la aprobación de cada etapa y avance del diseño, a la vez, evita un gasto de tiempo y esfuerzo en avances mayores de diseño que pueden cambiar.

16. ¿Utilizan listas de verificación o *checklists* para controlar el cumplimiento del contenido y la calidad de cada avance?

**Figura 11**  
*Porcentaje de utilización de listas de verificación*

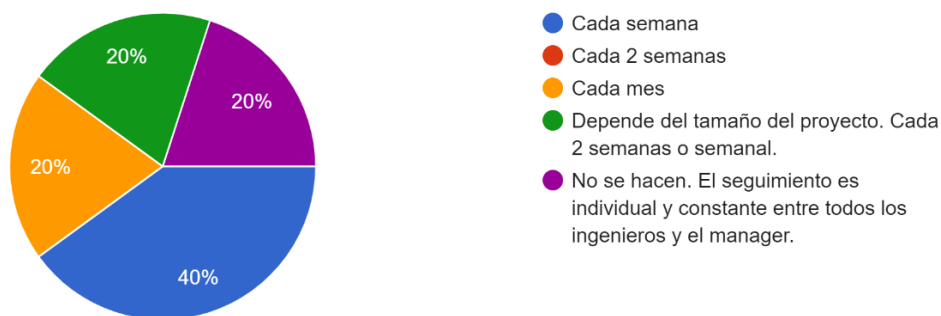


En la Figura 11 se muestra cómo la mayor parte de las personas encuestadas utiliza *checklists* para cumplir con el contenido de las entregas. Sin embargo, el aseguramiento de la calidad se lleva a cabo a través de inspecciones de los entregables que dependen del juicio de expertos de las personas colaboradoras con mayor experiencia en proyectos. Aunque es un

método válido, una mejor práctica es crear criterios de aceptación para los entregables con el propósito de controlar la calidad de manera objetiva y estandarizada.

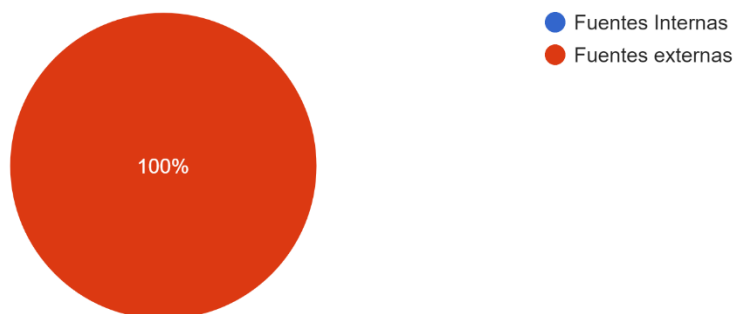
17. ¿Cada cuánto se hacen reuniones de seguimiento internas para evaluar los avances del equipo técnico?

**Figura 12**  
*Cadencia de reuniones de seguimiento*



Según la Figura 12, la diferencia en opiniones indica que no es un procedimiento estándar de la organización. Aunque el gráfico señala que el 40 % de las personas encuestadas participa de reuniones semanales, la variación de resultados del 60 % restante sugiere que no se tiene claro o estandarizado cómo se realizan. Por ende, se considera necesario como parte de las mejoras en la comunicación y en el seguimiento de avances de diseño, que se realicen mínimo una vez por semana reuniones con el equipo de diseño para ponerlos al tanto de los avances de los proyectos y sus cambios e implicaciones entre sistemas, si los hubiera.

18. Típicamente ¿de qué fuente provienen los cambios al diseño?

**Figura 13***Origen de solicitud de cambios al diseño*

*Nota.* Las fuentes externas se refieren a los clientes.

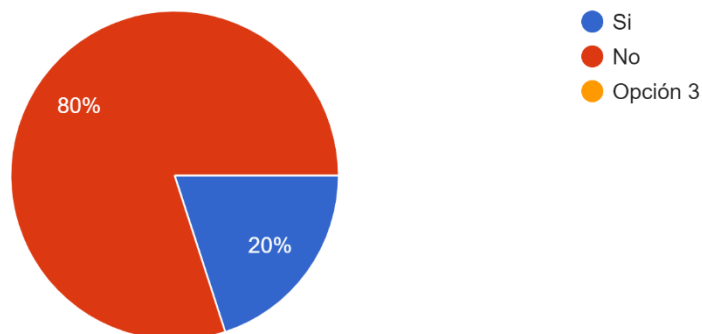
Según el gráfico de la Figura 13, los cambios provienen por solicitud de fuentes externas, es decir, los clientes. A nivel de seguimiento del proyecto, es importante tener trazabilidad de las modificaciones requeridas para poder controlar el alcance del proyecto y asegurar que no se dé una corrupción de este. Cualquier cambio en el diseño que exceda los parámetros establecidos en el contrato debe gestionarse como una orden de cambio.

Las solicitudes de cambio pueden surgir a raíz de la falta de definición de requisitos durante la fase de inicio. Esto puede sugerir la necesidad de un enfoque más ágil en la gestión del proyecto.

19. ¿Considera que al iniciar un proyecto el alcance es claro?

**Figura 14**

*Claridad del alcance del proyecto*

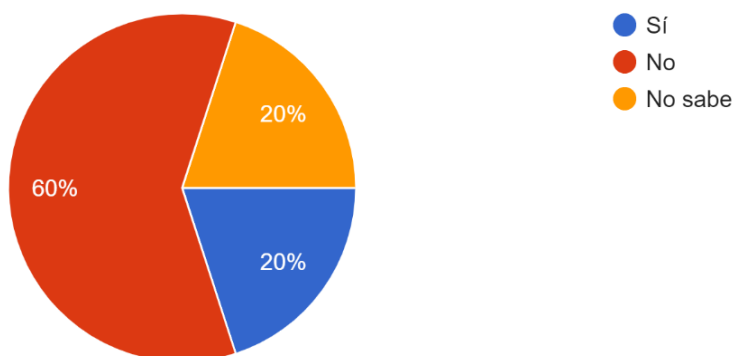


Según el gráfico de la Figura 14, el 80 % de las personas colaboradoras encuestadas considera que el alcance no es claro al inicio del proyecto. Esta imprecisión puede ser producto de una mala comunicación, lo cual afecta fijar objetivos y la planificación general. Para mejorar este aspecto, en cada proyecto se debe efectuar el acta de constitución de proyecto y comunicarlo efectivamente. La poca claridad del alcance pone en riesgo el éxito de un proyecto.

20. ¿Su departamento cuenta con plantillas para presentar reportes de avance?

**Figura 15**

*Disponibilidad de plantillas para reporte*



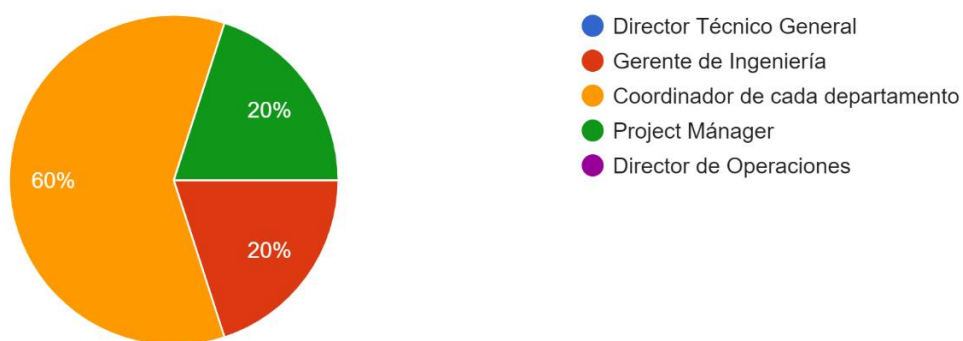
El gráfico de la Figura 15 denota poco uso y conocimiento de herramientas de seguimiento y control. Los resultados demuestran que en su mayoría no se utilizan plantillas para

el reporte de avances. Únicamente las personas colaboradoras de la PMO indicaron que sí se cuenta con documentos para este propósito, por lo que se recomienda familiarizar a los coordinadores con estos documentos para adecuar su trabajo a los objetivos de avance establecidos.

21. ¿Quién asigna el equipo de trabajo de cada proyecto?

**Figura 16**

*Responsable de asignación de recursos*



La Figura 16 muestra diversas respuestas. La opción correcta a la respuesta es el *gerente de ingeniería*. Esto indica que, en el ámbito de la organización, no se tienen claros los roles y responsabilidades. Para mejorar esta condición, se pueden implementar herramientas de control de recursos, por ejemplo, la matriz RACI, para solventar la falta de conocimiento de roles y responsabilidades.

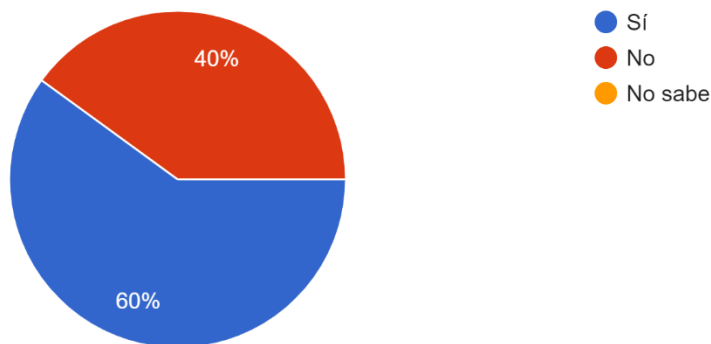
22. ¿Se realizan sesiones de lecciones aprendidas? ¿Cada cuánto?

No se realizan sesiones de lecciones aprendidas, el conocimiento se queda con quien realizó el diseño. No obstante, opinan que debe ser en cada cierre de proyecto. Según la respuesta anterior, se deduce que se corre el riesgo de repetir errores en la ejecución de los

proyectos de diseño. A nivel de gestión, se pueden impulsar las sesiones de lecciones aprendidas, haciéndolas parte del cronograma de cada proyecto durante la fase de cierre.

23. ¿En su departamento cuentan con una plantilla para registrar las lecciones aprendidas?

**Figura 17**  
*Registro de lecciones aprendidas*



Según la Figura 17, la mayoría de las personas colaboradoras encuestadas afirma que cuentan con una plantilla para el registro de lecciones aprendidas, sin embargo, en la práctica, raramente se completa y se comparte el conocimiento adquirido. El registro de lecciones aprendidas se realiza principalmente en la PMO.

24. ¿Utiliza alguna de las siguientes herramientas para el control de los proyectos?

- a. Análisis de variación de costo.
- b. Análisis de variación de cronograma.
- c. Valor ganado.
- d. Tableros Kanban.
- e. Índice de desempeño del costo.
- f. Índice de desempeño del cronograma.

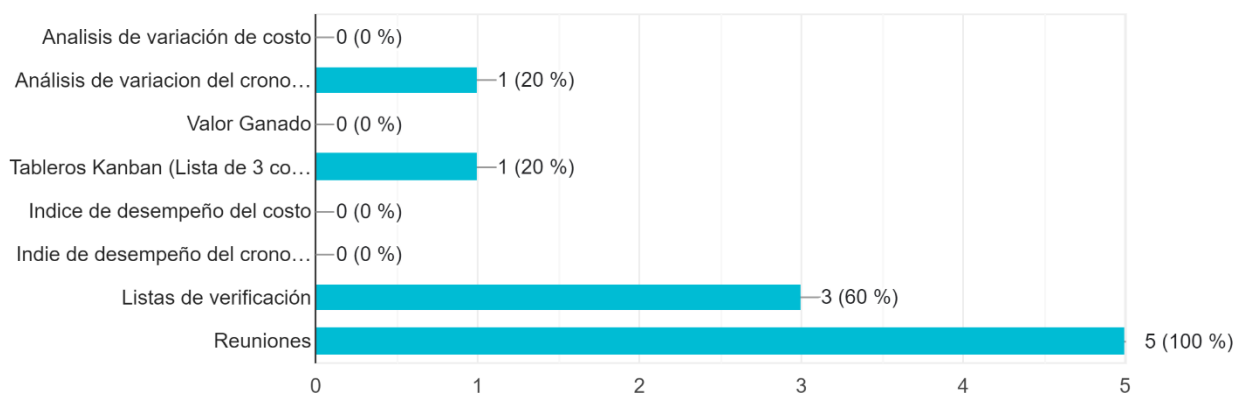


g. Listas de verificación.

h. Reuniones.

### Figura 18

*Utilización de herramientas para control de los proyectos*

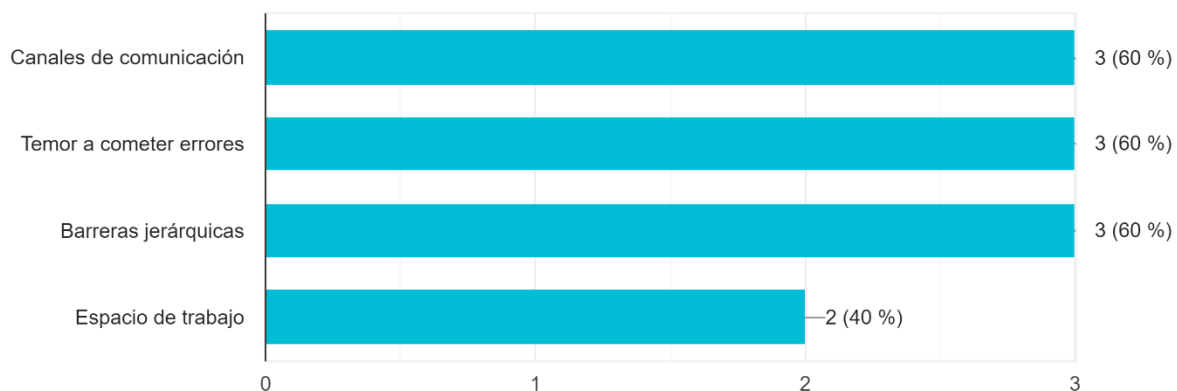


A partir de la Figura 18 se puede observar la necesidad de mejorar el uso de herramientas de seguimiento de los proyectos; incluso aquellas designadas típicamente para el uso de la PMO no se utilizan. Es vital para el monitoreo del proyecto que se definan los índices de desempeño, para tomar decisiones informadas y prever desviaciones.

25. De las siguientes opciones, seleccione aquellas que considera obstruyen una comunicación efectiva y fluida.

- a. Canales de comunicación.
- b. Temor a cometer errores.
- c. Barreras jerárquicas.
- d. Espacio de trabajo.

**Figura 19**  
*Barreras de la comunicación*



Según el gráfico de la Figura 19, se pueden identificar los principales obstáculos de una comunicación efectiva. La PMO puede establecer canales de comunicación que fomenten la colaboración para que las personas colaboradoras puedan realizar consultas y recibir retroalimentación sin temor. En la actualidad, la PMO ha asumido el rol de ser el puente de comunicación entre el equipo y la Gerencia.

#### ***4.1.3. Principales hallazgos***

En la Tabla 7 se presentan de manera resumida los principales hallazgos a partir del cuestionario realizado a las personas colaboradoras de la organización.

**Tabla 7**  
*Principales hallazgos*

<b>Tema</b>	<b>Resultado</b>	<b>Recomendación</b>
<b>Información obtenida asociada al proceso de diseño de centros de datos</b>		
<b>Años de servicio de las personas colaboradoras en la organización y conocimiento en proyectos.</b>	El 80 % de las personas colaboradoras encuestadas e involucradas en la coordinación de los proyectos tiene menos de 3 años de laborar en la organización. Sin embargo, cuentan con alto nivel de experiencia en proyectos.	Alinear las expectativas de los coordinadores de los departamentos con los objetivos de cada proyecto en la etapa de inicio. Implementar controles de inicio. Mejoras en integración
<b>Sistemas que componen los centros de datos</b>	<p><b>Sistema mecánico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plomería.</li> <li>• Combustible.</li> <li>• HVAC</li> <li>• Supresión de incendios.</li> </ul> <p><b>Sistema eléctrico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia.</li> <li>• CCTV</li> <li>• Control de acceso.</li> <li>• Detección de Incendios.</li> <li>• Telecomunicaciones.</li> </ul> <p><b>Arquitectura</b> <b>Sistema estructural</b> <b>Civil</b></p>	Tener claridad de los entregables de cada fase del proyecto asociados a cada uno de los sistemas. Verificar en cada etapa del proyecto.
<b>Definición de requerimientos técnicos iniciales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad de procesamiento de <i>racks</i>.</li> <li>• Topología y tecnología de enfriamiento.</li> <li>• Autonomía para sistemas de respaldo de generación de energía.</li> </ul>	Registrar y comunicar los requisitos. Verificar en cada fase que no hayan cambiado y mejorar el registro de cambios.

Tema	Resultado	Recomendación
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de procesamiento.</li> <li>• Carga TI</li> <li>• Condiciones ambientales.</li> <li>• Topología eléctrica.</li> <li>• Nivel de redundancia.</li> <li>• Valor máximo de resistencia de puesta a tierra.</li> <li>• Alcance del proyecto en el ámbito de diseño</li> </ul>	
<b>Información crítica para definir la distribución espacial.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de sistemas de enfriamiento.</li> <li>• Tamaños y pesos de unidades críticas (<i>chillers</i>, manejadoras y generadores).</li> <li>• Capacidades de tanques de combustible.</li> <li>• Selección de equipos.</li> <li>• Dimensiones de equipos y espacio libre alrededor de estos para ventilación y mantenimiento.</li> <li>• Regulaciones y normativa de construcción.</li> <li>• Cantidad y tipo de recintos requeridos por el cliente.</li> <li>• Nivel de TIER</li> <li>• Tecnología de enfriamiento.</li> <li>• Tecnología del transformador.</li> </ul>	<p>Priorizar en el proceso de diseño la definición de esta información. Dar seguimiento continuo a los equipos de trabajo. Implementar el uso de herramientas para monitorear el avance para definir esta información.</p>

Tema	Resultado	Recomendación
<b>Espacios que componen los centros de datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación y área por construir</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala de datos (<i>data hall</i>).</li> <li>• <i>Entrance room</i> o cuarto de empalme.</li> <li>• Cuarto de almacenamiento y destrucción de discos.</li> <li>• Cuartos mecánicos.</li> <li>• Cuartos eléctricos.</li> <li>• Patio de generadores.</li> <li>• MDA (<i>Main Distribution Área</i> o Área de Distribución Principal).</li> <li>• NOC: (<i>Network Operations Center</i> o Centro de Operaciones de Red).</li> <li>• SOC (<i>Security Operations Center</i> o Centro de Operaciones de Seguridad).</li> <li>• Patio de condensadores.</li> <li>• Cuarto de telecomunicaciones interno.</li> <li>• Cuarto de media tensión.</li> <li>• Cuarto de proveedores.</li> <li>• Cuarto de cuarentena.</li> <li>• Caseta de seguridad.</li> <li>• Administración.</li> <li>• Cocineta/comedor.</li> <li>• Cuarto de limpieza.</li> </ul>	

Tema	Resultado	Recomendación
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taller (opcional)</li> </ul>	
<b>Información crítica para definir la estrategia de enfriamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga térmica generada por servidores.</li> <li>• Clima local.</li> <li>• Espacio disponible para máquinas.</li> <li>• Operación del centro de datos a cargas parciales.</li> <li>• Valor deseado de PUE (<i>power usage effectiveness</i>).</li> <li>• Tiempos de entrega recomendados.</li> <li>• Respaldo en mercado local recomendado.</li> <li>• Temperatura exterior máxima y mínima en bulbo seco.</li> <li>• Temperatura exterior máxima y mínima en bulbo húmedo.</li> <li>• Altitud del sitio.</li> <li>• Perfil de temperatura anual</li> </ul>	<p>Dar seguimiento continuo a los equipos de trabajo.</p> <p>Implementar el uso de herramientas para monitorear el avance en la definición de esta información.</p>
<b>Información crítica para definición de potencia del proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requerimiento de carga TI por parte del cliente.</li> <li>• Acometida en zona de construcción.</li> <li>• Autonomía requerida para sistema de respaldo.</li> <li>• Consumo energético de <i>racks</i> para dimensionar generadores.</li> <li>• Carga TI</li> <li>• Cargas de equipos mecánicos.</li> <li>• Eficiencia de los equipos.</li> </ul>	<p>Dar seguimiento continuo a los equipos de trabajo.</p> <p>Implementar el uso de herramientas para monitorear el avance para definir esta información.</p>

Tema	Resultado	Recomendación
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdidas de distribución y transformación.</li> <li>• KW por <i>rack</i> y cantidad de <i>racks</i> por implementar.</li> <li>• PUE (<i>power usage effectiveness</i> o eficiencia energética) aproximado.</li> </ul>	
<b>Integrantes del equipo de diseño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesional en Ingeniería Eléctrica.</li> <li>• Profesional en Ingeniería Telemática.</li> <li>• Profesional en Ingeniería Mecánica.</li> <li>• Profesional en Ingeniería Civil.</li> <li>• Profesional en Arquitectura.</li> <li>• Profesional en Ingeniería Estructural.</li> <li>• Modeladores</li> </ul>	<p>Monitorear las horas que utiliza cada integrante del equipo de diseño vs. las horas asignadas.</p> <p>Fomentar un ambiente colaborativo</p>
<b>Áreas de riesgo asociadas a retrabajo en el proceso de diseño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías de enfriamiento no satisfactorias en el ámbito de consumo.</li> <li>• Recálculos de carga térmica y eléctrica por solicitudes adicionales de equipos.</li> <li>• Re selección de equipos por falta de definición de carga TI</li> <li>• Redistribución de equipos por poca definición de tecnología y topología por implementar.</li> <li>• Fallo en coordinación interdisciplinar con ingeniería estructural, lo que ocasiona rediseños.</li> </ul>	<p>Evaluar el nivel de incertidumbre del proyecto con respecto a las áreas de riesgo que se identificaron.</p> <p>Implementar herramientas para monitoreo de riesgos.</p>

Tema	Resultado	Recomendación
<b>Principales dependencias de información entre sistemas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe definirse el equipo eléctrico para que los ingenieros mecánicos puedan definir las cargas térmicas y la capacidad necesaria del equipo de enfriamiento.</li> <li>• Debe definirse el equipo mecánico para que los ingenieros eléctricos puedan definir la alimentación eléctrica de los equipos mecánicos y la distribución de cargas en tableros.</li> <li>• Deben definirse los equipos electromecánicos para que Arquitectura pueda dimensionar los espacios que los contienen.</li> </ul>	
<b>Información obtenida relacionada con procesos de monitoreo y control de los proyectos</b>		
<b>Procesos de inicio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La Figura 13 indica que no se tiene claridad del alcance al iniciar el proyecto.</li> </ul>	Mejorar la definición del alcance, para comunicar efectivamente al equipo y poder validar y controlar a lo largo del proyecto.
<b>Cadencia de entregas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realiza una entrega al cliente por cada fase de diseño, las cuales son: Conceptual, Básico, Esquemático y Detallado</li> </ul>	Se recomienda establecer objetivos de diseño claros para cada fase.
<b>Uso de técnicas y herramientas de control y seguimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utilizan listas de verificación para corroborar la cantidad de planos por entregar en cada fase. Sin embargo, no se tiene control sobre la calidad de los entregables.</li> <li>• Se realizan reuniones esporádicas, no programadas para dar seguimiento a los avances de los proyectos.</li> <li>• Los cambios al diseño provienen de los clientes, sin embargo, no se cuenta con un documento estándar para documentarlos.</li> </ul>	<p>Implementar el uso de métricas para medir la calidad de los entregables.</p> <p>Estandarizar procesos y herramientas para seguimiento y control de los proyectos como las listas de verificación, reportes de avance, registro de lecciones aprendidas, reuniones periódicas, índices de desempeño.</p> <p>Propiciar la mejora de la comunicación entre los integrantes del proyecto.</p>



---

<b>Tema</b>	<b>Resultado</b>	<b>Recomendación</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• No se cuenta con planillas para realizar reportes de avance.</li><li>• Falta claridad de los roles y responsabilidades de los profesionales.</li><li>• No se registran ni se realizan sesiones de lecciones aprendidas en los departamentos de ingeniería.</li><li>• La PMO cuenta con una plantilla para registrar las lecciones aprendidas, sin embargo, no se comparten con el equipo.</li><li>• De las 8 opciones de herramientas de control y seguimiento enunciadas en el cuestionario, las reuniones se usan por el 100 % de los coordinadores entrevistados.</li><li>• No se tienen establecidos los índices de desempeño de los proyectos, lo cual complica prever desviaciones.</li><li>• Se identifican tres causas que impiden la comunicación: canales de comunicación, temor a cometer errores y barreras jerárquicas.</li></ul>	

---

Según los resultados y recomendaciones que se obtienen, se deduce que la organización carece de procesos estandarizados que permitan monitorear y controlar el cumplimiento de los objetivos y el avance de acuerdo con lo planificado.

A partir de la experiencia de trabajar con estos equipos se notó que la falta de comunicación entre departamentos, incluido la PMO, obstaculiza la toma de decisiones informada y la prevención de desviaciones. Por esto, se investigó cuáles procesos, técnicas y herramientas se pueden implementar y estandarizar para tener un mejor monitoreo de los proyectos de diseño en la organización y, de esta manera, se puede obtener información del estado real del proyecto, monitorear su avance y riesgos de forma proactiva.

Tras la investigación realizada y al tomar como base la Guía del PMBOK (PMI, 2017), la cual utiliza la empresa, se elaboró el flujo de procesos de gestión que usa la empresa para proyectos de diseño de centros de datos.

En la Figura 20 se representa este flujo de procesos del estado actual. Los procedimientos que se relacionan con las áreas de adquisiciones y costos típicamente no forman parte de la administración de proyectos de diseño de centros de datos. Sin embargo, se notó una brecha importante en la aplicación de estos procesos en las demás áreas del conocimiento en cuanto a los procesos de monitoreo y control. Como demostró el cuestionario y la experiencia laboral en la organización, se carece del conocimiento de técnicas y herramientas para aplicar en el monitoreo y control del proyecto.

Como consecuencia, se pierde exactitud en los datos que demuestran el estado del proyecto, lo cual afecta áreas como el alcance, cronograma, riesgos, recursos, interesados y comunicaciones. Un ejemplo claro de la brecha en los procesos de monitoreo y control se da

cuando se debe comunicar a los *stakeholders* el estado del proyecto y no se tienen datos precisos ni un *dashboard* o tablero para presentar al cliente.

**Figura 20**  
*Flujograma actual de procesos aplicados*



## **4.2. Procesos, técnicas y herramientas de control y seguimiento (monitoreo)**

A partir del capítulo anterior se concluye que, si bien la organización DCP cuenta con una oficina de proyectos, el seguimiento que se le da a los proyectos de diseño de centros de datos puede mejorar. Esto contribuiría a aumentar la madurez de la PMO, la estandarización de procesos y herramientas y la satisfacción del cliente al obtener información certera sobre el progreso del proyecto. Con el fin de entender las mejores prácticas respecto a los procesos de control y seguimiento, se investigaron las metodologías de los proyectos Prince2, Agile y la Guía del PMBOK, descritas a continuación.

### ***4.2.1. Prince2 (PRojects IN Controlled Environments)***

Según la guía *Managing Successful Projects with Prince2* (Axelos, 2017), Prince2 es una metodología estructurada de administración de proyectos que se puede aplicar a proyectos de cualquier escala, tipo, organización o cultura. Esto se logra al separar la gestión del trabajo del proyecto de las contribuciones especializadas, como el diseño y la construcción y enfocándose en describir lo que necesita hacerse en lugar de establecer cómo hacerlo.

Para que un proyecto utilice la metodología Prince2 para gestionar el progreso, debe al menos cumplir con:

- Definir el enfoque de control del progreso en el PID (*project initiation documenation*).
- Ser gestionado por etapas.
- Establecer tolerancias y gestionar las excepciones a estas tolerancias.
- Revisar la justificación del negocio cuando se implementan excepciones.
- Lecciones aprendidas.

Prince2 realiza el control del progreso a través de:

- Delegar la autoridad desde un nivel de gestión al inferior.
- Dividir el proyecto en etapas de gestión y autorizar una etapa de gestión a la vez.
- Informes y revisiones de progreso del tiempo y eventos.
- Plantear excepciones.

En la metodología de Prince2, el control y la asignación de tolerancias para analizar el progreso del proyecto se centra en seis aspectos del rendimiento de los proyectos que deben gestionarse:

- Costos.
- Tiempo.
- Calidad.
- Alcance.
- Beneficios.
- Riesgos.

En Prince2 existen dos tipos de controles de progreso durante la vida de un proyecto:

- Controles de eventos.
- Controles de tiempo.

Las actividades como monitorear y reportar requieren de un enfoque basado en el tiempo y las tareas de control y toma de decisiones se basan en eventos.

**4.2.1.1. Bases para el control del progreso.** Prince2 utiliza cuatro productos de gestión para asistir al *project manager* a establecer las líneas base para el control del progreso:

- Plan de proyecto: incluye las metas de desempeño y tolerancias aprobadas.
- Plan de etapa: es la base del control diario de la etapa de gestión y detalla las tolerancias de la etapa.
- Plan de excepción: puede ser solicitado por la junta de proyecto después de revisar un informe de excepción durante la dirección del proyecto.
- Paquete de trabajo: es el trabajo que se completará dentro de las tolerancias definidas.

**4.2.1.2. Revisión del progreso.** Según Prince2, como parte del control de una etapa, el *project manager* revisa regularmente el avance de trabajo a través de informes de puntos de control y mantiene los registros del proyecto actualizados. Con esta información el PM actualizará el plan de etapa con el progreso actual logrado. Además, utiliza los siguientes productos de gestión para revisar el avance:

- Registro de incidentes: incluye detalles de todos los incidentes formales alertados durante el proyecto.
- Estado de cuenta del producto: provee una *fotografía* del estado de los productos del proyecto, gestión de la etapa u otra área necesaria.
- Registro de calidad: incluye todas las actividades planeadas y que se implementan en torno a la calidad.
- Registro de riesgos: incluye todos los riesgos que se identifican.

Además de los productos mencionados, un registro diario en la bitácora de proyecto es útil para documentar los eventos, avances e incidentes durante la vida de este.

**4.2.1.3. Registro e informe de lecciones.** Según Prince2, es importante aprender de las experiencias anteriores, por lo tanto, las lecciones aprendidas deben ser registradas, compartidas e integradas. Por lo general, se identifican durante el proceso de revisión del progreso.

**4.2.1.4. Reportar el progreso.** Según Prince2, la frecuencia de los informes debe reflejar el nivel de control requerido, el cual puede variar a lo largo del proyecto. Para esto, se utilizan los siguientes productos de gestión:

- Informe de puntos de control: ofrece detalles del avance del paquete de trabajo.
- Informe de información destacada: producido por el PM para presentar a la junta del proyecto los detalles del avance para la etapa de gestión o todo el proyecto.
- Informe de fin de etapa: se realiza al finalizar cada etapa de gestión, incluye información del avance a la fecha, la situación global del proyecto y lo produce el PM y se presenta ante la junta de proyecto.
- Informe de fin de proyecto: ejecutado por el PM. Provee toda la información necesaria para que la junta de proyecto pueda evaluar y autorizar el cierre del proyecto.

**4.2.1.5. Excepciones.** Pueden accionarse tras la revisión del progreso si se exceden las tolerancias aprobadas. Se dan en el ámbito de paquete de trabajo, etapa y proyecto.

**4.2.1.6. Técnicas de evaluación del progreso.** Algunos ejemplos de técnicas de evaluación que Prince2 utiliza son:

- Gráfico de hitos: representa gráficamente los hitos planificados y reales.

- Curva S: gráfico que representa los datos acumulativos para un proyecto, usualmente relacionados con el costo y el tiempo.
- Valor ganado: mide el desempeño real del alcance, costo y tiempo *versus* el planeado.
- Gráfico de *burndown*: muestra una comparación entre el trabajo completado y el trabajo pendiente en un plazo determinado.
- Tablero Kanban: representación visual del trabajo hecho, por hacer y en proceso.

**4.2.1.7. Revisión de pares (*peer review*).** La revisión y aseguramiento de la calidad consiste en que las personas colaboradoras con mayor pericia y experiencia evalúan el proyecto.

#### **4.2.2. Controlar una etapa.**

Para asegurar resultados satisfactorios en cada uno de los seis aspectos de rendimiento mencionados, los proyectos con la metodología Prince2 se dividen en etapas o *stages*. Cada una de estas fases representa distintos componentes del proyecto que se gestionan individualmente. Cada *stage* provee puntos de control para evaluar el progreso y el plan para avanzar a la siguiente etapa.

De acuerdo con Axelos (2017), controlar una etapa utilizando Prince2 tiene como propósito asignar el trabajo que debe ejecutarse, monitorearlo, lidiar con problemas, reportar el progreso a la junta del proyecto y tomar acciones correctivas para asegurar que cada etapa se mantenga dentro de la tolerancia especificada. Según la metodología Prince2, el eje del éxito del proyecto está en controlar el trabajo diario que se realiza. Este control consiste en un ciclo que contempla:

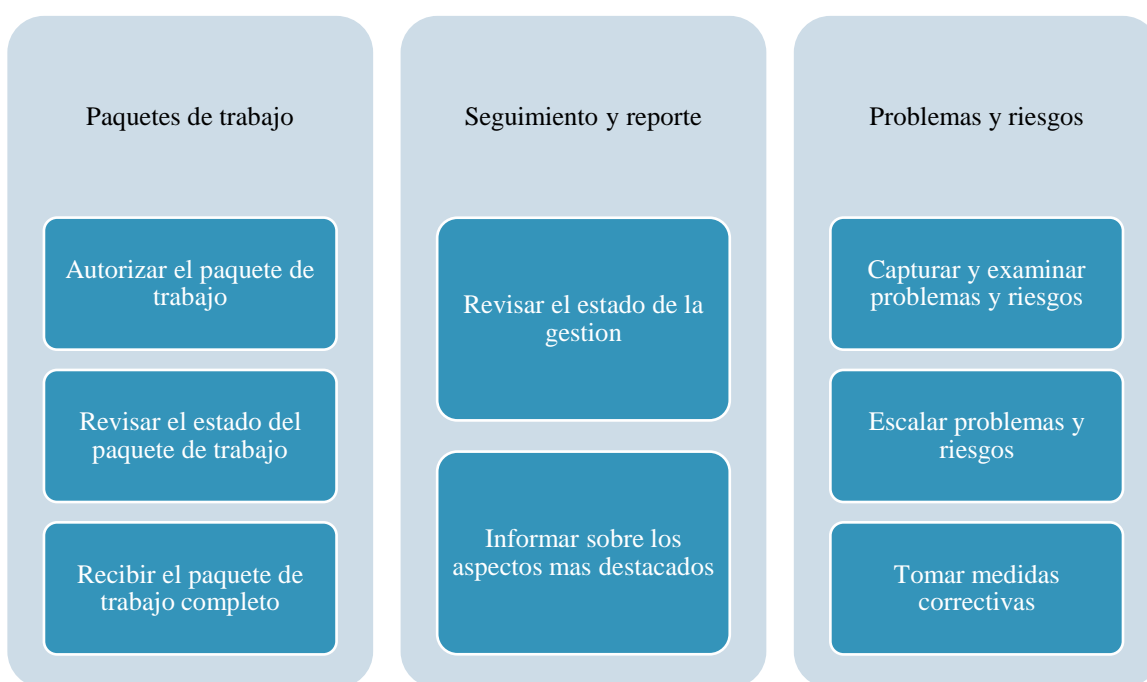
- Autorizar el trabajo por realizar.



- Monitorear la información del progreso del trabajo.
- Revisar la situación de la etapa y activar el inicio de nuevos paquetes de trabajo.
- Informar los aspectos más destacados.
- Monitorear, evaluar y abordar problemas y riesgos.
- Tomar acciones correctivas de ser necesario.

Las actividades asociadas a controlar cada etapa son responsabilidad del *project manager* y se representan en la Figura 21.

**Figura 21**  
*Actividades*



**4.2.2.1. Autorizar el paquete de trabajo.** De acuerdo con Prince2 (Axelos, 2017), la autorización de cada paquete de trabajo es responsabilidad del *project manager* y cada paquete debe cubrir el trabajo necesario para crear uno o más productos. Si el producto requiere más de un paquete de trabajo para elaborarse, entonces el producto final debe descomponerse en

*subproductos* con la descripción de cada uno.

Los eventos para que el PM autorice un paquete de trabajo incluyen:

- Tener la autorización de la junta del proyecto para iniciar nueva etapa.
- Aprobar un plan de excepción por parte de la junta del proyecto.
- Requerimiento de un nuevo paquete de trabajo.
- Acción correctiva como respuesta a un riesgo o problema.

En la Tabla 8 se muestran las actividades que se relacionan con la autorización de un nuevo paquete de trabajo según Prince2 (Axelos, 2017).

### **Tabla 8**

#### *Autorización de un paquete de trabajo*

Examinar la etapa del plan para determinar:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos.</li> <li>• Costo y esfuerzo requerido.</li> <li>• Tolerancias disponibles</li> </ul>
Examinar el plan de inicio de proyecto y definir:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controles de los proyectos requeridos.</li> <li>• Estándares de calidad.</li> <li>• Entrega de productos</li> </ul>
Definir cada paquete de trabajo autorizado:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir descripción de producto en cada paquete de trabajo.</li> <li>• Definir técnicas y procesos por utilizar.</li> <li>• Definir interfaces de desarrollo, mantenimiento y operación.</li> </ul>

- 
- Definir requisitos de control de cambio.
  - Definir los acuerdos sobre el esfuerzo, costo, inicio, fin, hitos clave y tolerancias.
  - Definir las restricciones.
  - Definir los métodos de presentación de informe, gestión de problemas y escalamiento.
  - Definir el método de aprobación

---

Revisar el paquete de trabajo con el jefe del equipo y recibir aceptación, autorizar paquete de trabajo e iniciarlo.

---

Actualizar el registro de calidad para las actividades planificadas de gestión de calidad.

---

Actualizar el registro de riesgos con respecto al enfoque de gestión de riesgos.

---

Actualizar el registro de incidencias de acuerdo con el enfoque de control de cambios.

---

**4.2.2.2. Revisar el estado del paquete de trabajo.** La frecuencia y la formalidad de esta actividad están alineadas con la frecuencia de presentación de informes del proyecto, definida en el paquete de trabajo y respaldada por el plan de trabajo de la etapa de proyecto actual. Prince2 (Axelos, 2017) recomienda realizar durante la revisión de los paquetes de trabajo las siguientes actividades descritas en la Tabla 9.

**Tabla 9***Revisar el estado del paquete de trabajo*


---

Recopilar y revisar la información del progreso del paquete de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar tiempo y esfuerzo estimado para completar el trabajo pendiente.</li> <li>• Revisar el plan del equipo con el jefe del equipo para determinar si el trabajo se completara en tiempo y según el presupuesto.</li> <li>• Revisar los registros de calidad para entender el estado de las actividades de gestión de calidad.</li> </ul>
--	--

---

Actualizar el registro de riesgos y problemas, si es necesario.

Actualizar el plan de etapas para la etapa de gestión actual con datos reales hasta la fecha, pronósticos y ajustes.

**4.2.2.3. Recibir el paquete de trabajo finalizado.** Según Prince2 (Axelos, 2017), una vez que el trabajo ha sido asignado, es necesario contar con la confirmación de que este se ha completado y aprobado. Una vez aprobado, cualquier cambio solicitado debe pasar por un proceso de control de cambios. La metodología recomienda seguir las acciones mostradas en la Tabla 10.

**Tabla 10***Recibir el paquete de trabajo finalizado.*


---

Verificar que el jefe del equipo ha completado el trabajo definido por el paquete de trabajo

---

Comprobar que las entradas del registro de calidad que se relacionan con el producto están completas.

---

Verificar que cada producto en el paquete de trabajo obtuvo la aprobación requerida.

---

Actualizar el plan de etapa para mostrar el paquete de trabajo como completado.

---

**4.2.2.4. Revisar el estado de la gestión.** Este proceso, según indica Prince2 (Axelos, 2017), es necesario para tomar decisiones informadas y ejecutar control racional sobre el proyecto. Además, busca comparar lo realmente sucedido contra lo esperado, por lo que es vital

mantener un flujo de información constante que provea una visión general del progreso y un sistema de monitoreo robusto que asegure esta información.

Esta actividad se realiza con la frecuencia establecida en el plan de cada etapa y también puede ser accionada a petición de la junta de proyecto o por la necesidad de analizar nuevos riesgos. Prince2 recomienda realizar las siguientes acciones mostradas en la Tabla 11.

**Tabla 11**  
*Acciones Prince2*

<p>Revisar el progreso para la etapa de gestión</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar puntos de control para el periodo.</li> <li>• Revisar los pronósticos y los datos actuales de cada etapa.</li> <li>• Solicitar una cuenta del estado del producto al soporte del proyecto para identificar cualquier variación entre el progreso planificado, el progreso informado y el progreso real.</li> <li>• Verificar si hay problemas de calidad en el registro de calidad.</li> <li>• Verificar el registro de riesgos, revisar los existentes e identificar nuevos riesgos y su potencial impacto.</li> <li>• Verificar el estado de cualquier acción correctiva.</li> <li>• Evaluar el uso de los recursos y comprobar la disponibilidad futura.</li> <li>• Comprobar el enfoque de gestión de beneficios para identificar si deben realizarse acciones que se relacionan.</li> </ul>
<p>Con base en el análisis anterior determinar si es necesario:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autorizar un paquete de trabajo.</li> <li>• Reportar aspectos destacados.</li> </ul>

- 
- Examinar problemas y riesgos.
  - Escalar problemas y riesgos.
  - Tomar acción correctiva.
  - Solicitar consejo a la junta de proyecto.
  - Registrar lecciones aprendidas.
  - Continuar según lo planificado
- 

Revisar el registro de riesgos según sea necesario

---

Actualizar el plan de cada etapa si el análisis realizado cambia los pronósticos

---

Considerar si se deben revisar las lecciones aprendidas ahora o al final de la etapa.

---

Si el final de la etapa actual se acerca, planificar y prepararse para la siguiente etapa

---

Si el fin de la etapa final se acerca, preparar el proceso de cierre de proyecto.

---

**4.2.2.5. Informar sobre los aspectos más destacados.** Prince2 recomienda que el *project manager* suministre a la junta del proyecto un resumen con la información del estado de la etapa de gestión y del proyecto. Esta información debe distribuirse con los interesados según la frecuencia documentada en la gestión de comunicación. La Tabla 12 muestra las actividades que se recomiendan para este proceso de acuerdo con Prince2.

### **Tabla 12**

#### *Informar sobre aspectos destacados*

---

Reunir la información de los informes de puntos de control, registro de riesgos y problemas, registro de calidad, registro de lecciones, la cuenta del estado del proyecto y cualquier revisión significativa que suministre información del estado de la etapa de la gestión.

---

Elaborar una lista de medidas correctivas adoptadas durante el periodo del que se informa

---

Revisar los aspectos destacados del informe del periodo anterior.

---

---

Elaborar el informe de aspectos más destacados del periodo actual.

---

Distribuir el informe de aspectos destacados a la junta del proyecto y a cualquier otro destinatario identificado en el enfoque de gestión de la comunicación.

---

**4.2.2.6. Capturar y examinar problemas y riesgos.** Según Prince2, durante la gestión del proyecto surgen problemas y nuevos riesgos que deben identificarse de manera consistente y confiable. Antes de tomar acciones sobre estos eventos, cada riesgo debe registrarse y evaluarse. Prince2 recomienda las siguientes acciones de la Tabla 13.

**Tabla 13**  
*Examinar riesgos*

Si un riesgo puede ser manejado por el *project manager* informalmente, el PM debe encargarse y dejar registro de la situación.

---

Para eventos que deben manejarse formalmente:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar los requisitos de la gestión de riesgos y el proceso de control de cambios.</li><li>• Gestionar el evento según el enfoque de control de cambios.</li><li>• Reportar el estado del evento de acuerdo con el enfoque de control de cambios y revisar la gestión de comunicaciones para corroborar si interesados externos deben ser informados.</li><li>• Verificar el registro de riesgos, revisar los existentes e identificar nuevos riesgos y su potencial impacto.</li><li>• Verificar el estado de cualquier acción correctiva.</li><li>• Evaluar el uso de los recursos y comprobar la disponibilidad futura.</li><li>• Comprobar el enfoque de gestión de beneficios para identificar si deben realizarse acciones que se relacionan.</li></ul>
---	--

---

---

Para los riesgos:

- Revisar los requisitos del proceso de gestión de riesgos y su enfoque.
- Gestionar el riesgo de acuerdo con el enfoque de gestión de riesgos y el manejo de comunicación para corroborar si deben informarse interesados externos.

---

De ser necesario tomar acciones correctivas, buscar consejo de la junta de proyecto o escalar el evento o riesgo.

---

**4.2.2.7. Escalar problemas y riesgos.** Una etapa de gestión no debe exceder las tolerancias acordadas. Cuando el control del *project manager* no puede salvar la etapa de gestión o el proyecto de superar las tolerancias acordadas, debe informarse a la junta del proyecto de la situación. El *project manager* debe ejecutar la acción recomendada por la junta de proyecto. Durante este proceso, Prince2 recomienda ejecutar las acciones descritas en la Tabla 14.

#### **Tabla 14**

##### *Problemas y riesgos*

Examinar el plan de la etapa actual para definir la desviación y los pendientes

- Pronosticar el resultado si se permite que la desviación continúe.

---

Examinar el plan de proyecto para el estado del proyecto y el efecto de cualquier desviación.

- Utilizar la línea base establecida en el documento de inicio de proyecto.

---

Determinar las opciones de recuperación y evaluarlas contra el caso de negocio.

Evaluar el impacto de las opciones de recuperación contra el plan de gestión de la etapa actual.

---

Utilizar un reporte de excepción para presentar a la junta de proyecto la situación, opciones y recomendaciones para que decidan qué acción tomar.

---

**4.2.2.8. Tomar acción correctiva.** Prince2 menciona que el objetivo de tomar acciones correctivas es seleccionar dentro de los límites de la etapa de gestión y las tolerancias del proyecto aquellas acciones que resolverán las desviaciones del plan inicial. La acción correctiva



se puede solicitar durante la revisión del estado de la gestión de la etapa e involucra el consejo y guía recibida de la junta del proyecto. Las acciones que se recomiendan por Prince2 para llevar a cabo este proceso se muestran en la Tabla 15.

**Tabla 15**

*Acción correctiva*

---

Recolectar la información relevante acerca de la desviación

---

Identificar las formas de lidiar con la desviación y seleccionar la más apropiada

---

Iniciar la acción correctiva autorizando el nuevo paquete de trabajo asociado.

---

Actualizar el reporte de problemas y riesgos para reflejar la acción correctiva

---

Actualizar el registro de riesgos y los cambios resultantes de la acción correctiva.

---

Actualizar el plan de gestión de la etapa actual.

---

**4.2.3. Proceso de control de los proyectos según la Guía del PMBOK (PMI, 2017)**

La Guía del PMBOK (PMI, 2017) define el grupo de procesos de monitoreo y control como aquellos procedimientos que se requieren para dar seguimiento al proyecto en cuanto a su avance y desempeño, con el fin de identificar áreas del plan que necesiten cambios. Al monitorear se recopilan datos del proyecto a partir de métricas para informar acerca del desempeño de este. Controlar implica comparar el desempeño real que tiene el proyecto *versus* el desempeño planificado para reconocer las variaciones y tendencias. Lo anterior tiene el fin de aplicar mejoras, buscar alternativas y realizar acciones correctivas según se necesite.

Dentro de las principales necesidades de mejora en los procesos de monitoreo y control de los proyectos de diseño de centros de datos en la organización se obtuvo que se debe mejorar en los siguientes procedimientos y áreas de la gestión de proyectos. A continuación, se presentan

aquellos procesos según la Guía del PMBOK (PMI, 2017) que representan las mejores prácticas para los procesos de monitoreo y control de los proyectos.

**4.2.3.1. Controlar el trabajo del proyecto.** Este proceso involucra dar seguimiento, revisar e informar acerca del avance general del proyecto para cumplir con los objetivos establecidos en el plan. Se lleva a cabo durante todo el proyecto y permite comunicar a los interesados el estado y la manera en la que se enfrentan los problemas de desempeño, además, da la posibilidad de realizar pronósticos del estado futuro. A través del monitoreo y control del trabajo se puede:

- Comparar el desempeño real vs. el proyectado para evaluar si es necesario implementar alguna acción correctiva.
- Mantener la información actualizada con respecto al estado de los riesgos, documentación, implementación de cambios e insumos necesarios para realizar el informe del estado del proyecto y comunicar a los interesados la situación de este.

Al utilizar herramientas y técnicas como el análisis del valor ganado, análisis de tendencias y análisis de variación y reuniones, se pueden obtener salidas para cumplir con el objetivo del proceso, tales como:

- Informes de desempeño del trabajo.
- Solicitudes de cambio por acciones correctivas, preventivas o reparación de defectos.
- Registro de riesgos e incidentes.
- Registro de lecciones aprendidas.

**4.2.3.2. Control integrado de cambios.** Este proceso revisa las solicitudes de cambio y

gestiona las modificaciones a los entregables, documentos del proyecto, plan de dirección y comunica las decisiones que se toman. Es responsabilidad del *project manager* y se lleva a cabo, desde el inicio hasta el cierre del proyecto una vez que se han establecido las líneas base. Para este proceso se debe:

- Identificar los cambios.
- Documentar los cambios.
- Decidir acerca de los cambios (aprobar, rechazar y aplazar).
- Dar seguimiento a los cambios: verificar que sean registrados, evaluados, aprobados y monitoreados, además, comunicar las decisiones a los interesados.

Una vez finalizado el proyecto, se obtienen las solicitudes de cambios aprobadas y se realizan actualizaciones en los documentos del proyecto.

**4.2.3.3. Validar el alcance.** Según la Guía del PMBOK (2017, PMI), este proceso periódico tiene como objetivo formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se hayan finalizado. A diferencia del control de calidad, la validación del alcance no se encarga de corroborar la corrección de los entregables y el cumplimiento de los requisitos de calidad, sino de la aceptación de los entregables. Las herramientas y técnicas que se utilizan para validar el alcance son:

**Inspección:** valida si el trabajo realizado y los entregables cumplen con los requisitos y criterios de aceptación del producto.

**Toma de decisiones:** se puede obtener la validación del alcance mediante la votación del equipo del proyecto y otros interesados.

**4.2.3.4. Controlar el alcance de proyecto.** Para controlar el alcance del proyecto se necesita mejorar los siguientes documentos de entrada, lo cual corrige la falta de claridad que tiene el equipo de trabajo con respecto al alcance:

- a. Enunciado del alcance del proyecto: aunque es un insumo que se realiza en la organización puede mejorar su forma para mayor legibilidad del equipo de trabajo.
- b. Documentación de requisitos.
- c. Matriz de trazabilidad de requisitos.

A partir de la mejora de estos documentos, se incrementa la exactitud del análisis de variación del alcance y el examen de tendencias. El primero se enfoca en determinar si se alcanzan los resultados que se planificaron para definir si se necesita alguna acción correctiva o preventiva. El segundo análisis se realiza en función del desempeño del proyecto para saber si mejora o empeora a través del tiempo.

Ambos análisis favorecen a tener más información sobre el desempeño del trabajo, llevar un registro de las solicitudes de cambio y sus impactos en las áreas del proyecto.

**4.2.3.5. Controlar el cronograma de proyecto.** Uno de los procesos más importantes es analizar el desempeño del trabajo real con respecto a lo planificado. Esto permite gestionar cambios y optimizar recursos para cumplir con las expectativas del cliente dentro de los plazos establecidos.

Como se muestra en la Tabla 7 (esta tabla es de hallazgos), varios de los insumos necesarios para definir y desarrollar los proyectos de diseño de centros de datos generan dependencias entre los sistemas. Por lo tanto, una vez secuenciadas estas actividades en el

cronograma, es indispensable monitorear el avance, ya que son factores que pueden influir en generar cambios, lo que ocasiona atrasos. Para monitorear y controlar el cronograma pueden utilizarse las siguientes técnicas y herramientas:

- a. Análisis de variación del cronograma: permite evaluar el desempeño del proyecto, identificar posibles desviaciones, obtener información de estado actual de proyecto y comunicarlo a los *stakeholders*.
- b. Índice de desempeño de cronograma: evalúa si el proyecto está avanzando de acuerdo con lo planificado.

**4.2.3.6. Controlar los costos.** El control de costos se lleva a cabo durante todo el proyecto para supervisar la ejecución del presupuesto y controlar los cambios en la línea base. Este proceso es indispensable para mantener el proyecto dentro de los límites establecidos y tomar acciones correctivas en caso de que sea necesario. Para efectuar este proceso se utilizan herramientas como el juicio de experto para el análisis de datos, tales como:

- Análisis del valor ganado.
- Análisis de variación.
- Análisis de tendencias.
- Análisis de reserva.
- Índice de desempeño del trabajo por completar.

Al realizar los análisis anteriores, se obtiene información con respecto al desempeño del trabajo, los pronósticos de costos del proyecto y el impacto de las solicitudes de cambio.

**4.2.3.7. Controlar la calidad del proyecto.** Una de las áreas de mejora más importante en la empresa es la verificación de calidad de los entregables. Como menciona la Guía del PMBOK (PMI, 2017), al monitorear y registrar los resultados de las actividades y asegurar que los entregables estén completos y cumplan con todos los requisitos, se asegura la satisfacción de las expectativas de los clientes.

Los proyectos de diseño de centros de datos, como se estudió en el apartado anterior, se componen de múltiples requisitos técnicos que tienen un gran impacto en el funcionamiento de cada sistema. Para poder registrar y garantizar que se cumpla con cada uno de estos requerimientos es necesario implementar el uso de herramientas de monitoreo y control de la calidad durante todas las etapas de los proyectos. Pueden utilizarse las siguientes técnicas y herramientas:

- a. Listas de verificación: se pueden utilizar para asegurar que se cuente con todos los entregables según el alcance del proyecto. Para verificar que cada entregable cumpla con los requisitos técnicos y para cerciorarse que cada etapa ha conseguido cumplir con los objetivos de diseño, además, debe contener los criterios de aceptación. Asimismo, desde una visión más ágil, una lista de verificación puede ser la *definición de terminado*.
- b. Inspecciones: también se refiere a estas como revisiones. Esta es una práctica que se realiza en la organización, sin embargo, falta estandarizar la asignación de los recursos responsables de revisar y aprobar los entregables en cada proyecto. De lo contrario se puede producir un efecto de cuello de botella que puede causar atrasos en la evaluación de los entregables.
- c. Reuniones:

- Revisión de solicitudes de cambio aprobadas: consiste en revisar que todas las peticiones de cambio aprobadas se implementaron.
- Retrospectivas/lecciones aprendidas: como se muestra en la Tabla 7, aunque algunos departamentos como la PMO registran sus lecciones aprendidas, no se acostumbra a llevar a cabo reuniones para compartirlas con el resto del equipo y transmitir el conocimiento.

**4.2.3.8. Controlar los recursos.** Para un avance eficiente y fluido del trabajo del proyecto se debe monitorear los recursos asignados al equipo de trabajo para garantizar su disponibilidad, competencia y desempeño. Las herramientas que pueden usarse en la organización para estos efectos son las revisiones de desempeño, el análisis de alternativas y sistemas de información para la dirección de proyectos.

- a. Revisiones de desempeño: estas inspecciones miden el uso real de los recursos *versus* la planificada. En el caso de la organización DCP, se evaluarían las horas asignadas a cada miembro del equipo para desarrollar su entregable vs. las horas que realmente le tomó completar su objetivo.
- b. Análisis de alternativas: en el caso de que existan variaciones con respecto a lo planificado, pueden analizarse varias alternativas correctivas para encausar nuevamente una entrega con retraso. Por ejemplo, el pago de horas extra o la asignación de recursos adicionales.

**4.2.3.9. Monitorear las comunicaciones.** La importancia de este proceso que se realiza durante todo el proyecto radica en que se satisfagan las necesidades de información de los interesados. El monitoreo se lleva a cabo para que la información se genere y sea transmitida por

los canales correctos a las personas correctas en el momento adecuado. Para el monitoreo de las comunicaciones en los proyectos se pueden utilizar las siguientes técnicas y herramientas descritas en la Guía del PMBOK (PMI, 2017).

- Juicio de expertos.
- Matriz de evaluación del involucramiento de los interesados.
- Habilidades interpersonales y de equipo.
- Reuniones.

Como resultado de los datos obtenidos, se cuenta con información sobre el desempeño del trabajo, la satisfacción de los interesados con respecto a las comunicaciones y la actualización de los documentos del proyecto.

**4.2.3.10. Monitorear los riesgos.** El proceso de monitorear los riesgos de un proyecto es esencial para identificar, prevenir y abordar los riesgos efectivamente. Esto evita desviaciones y minimiza el impacto negativo que pueda tener en el éxito del proyecto.

A partir de los documentos de registro de riesgos, lecciones aprendidas y registros de incidentes, se pueden utilizar herramientas y técnicas como auditorías y reuniones para monitorear periódicamente el estado de los riesgos y la efectividad de las respuestas a estos.

- a. Auditorías de riesgos y reuniones: deben realizarse con una frecuencia correcta, definida en el plan del proyecto. Estas auditorías pueden darse durante las revisiones de rutina del proyecto para evaluar el estado de los riesgos que se identifican y valorar si se tienen nuevos.



Para dar el seguimiento adecuado deben actualizarse los documentos de registro e informe de riesgos, así como la estructura de desglose de riesgos.

**4.2.3.11. Controlar las adquisiciones.** Este proceso busca que tanto el comprador como el vendedor obtengan resultados satisfactorios. Lo anterior implica monitorear la ejecución de contratos, efectuar cambios y correcciones según sea necesario.

En proyectos de diseño de centros de datos, usualmente se cuenta con más de un proveedor de servicios con quienes se mantienen contratos que deben gestionarse de manera oportuna para evitar complicaciones del proyecto por las dependencias con los proveedores. Para este tipo de proyectos con más de un proveedor, la Guía del PMBOK (PMI, 2017) enfatiza que uno de los aspectos clave de la administración de contratos es la gestión de la comunicación entre los distintos suplidores.

Según lo establecido en el contrato controlar las adquisiciones implica el monitoreo de los pagos al proveedor. Como recomendación, los pagos deben estar vinculados a las salidas y a los entregables del proyecto. Las herramientas y técnicas asociadas con este proceso de gestión son:

- Administración de reclamos: los reclamos deben documentarse, procesarse, monitorearse y gestionarse a lo largo de la vigencia del contrato. Se realizan cuando el comprador y el vendedor no pueden llegar a un acuerdo sobre la compensación por un cambio, estos evolucionan a conflictos y apelaciones.
- Revisiones del desempeño: miden, comparan y analizan el desempeño de la calidad, recursos, cronograma y costos de los contratos.

- Análisis de valor ganado: determina el grado de desviación del cronograma y costos, comparando lo planificado *versus* lo real.
- Inspecciones: son revisiones del trabajo realizado por el contratista.
- Auditorías: revisión estructurada del proceso de adquisición.

El proceso de control de adquisiciones tiene como resultado el cierre de las adquisiciones una vez que se ha completado el contrato. Además, provee información sobre el desempeño del trabajo, insumos para actualizar la documentación de las adquisiciones, posibles solicitudes de cambio y actualización de los documentos del proyecto.

**4.2.3.12. Monitorear el involucramiento de los interesados.** Según Kerzner (2017), este proceso busca evaluar el nivel de participación y compromiso de los interesados y su relación con el proyecto. Mediante una buena comunicación y negociación se pueden gestionar las expectativas de los interesados, abordar sus inquietudes y aclarar incidentes. Para esto, se puede utilizar:

- Reuniones de revisión del estado en el que se intercambia información y se analiza el nivel de participación de los interesados.
- Conversaciones, informales y formales.
- Encuestas.
- Informes de avance.

Como resultado, el monitoreo del involucramiento de los interesados tiene como salidas solicitudes de cambio en el alcance del proyecto y la actualización de documentos del proyecto.

#### 4.2.4. Seguimiento y control en proyectos ágiles

Los procesos de seguimiento y control en los proyectos que siguen metodologías ágiles descritas en la sección 2.2.3 funcionan de forma diferente a las metodologías tradicionales. El equipo de Scrum, según menciona Wanner (2021), es un equipo autogestionado y la figura del *project manager* o el *project controller* no existe como tal. Sin embargo, al igual que cualquier proyecto, se necesita conocer el estado de este, identificar posibles desviaciones, riesgos e informar a los interesados de los avances.

En Scrum, el monitoreo del trabajo se lleva a cabo en cada *daily Scrum* y *sprint review*. Si se perciben desviaciones, es más sencillo implementar cambios y ajustes debido a la flexibilidad de la metodología. Además, el entorno de los proyectos ágiles se caracteriza por ser transparente y colaborativo, como parte de los valores del marco de trabajo. Esto significa que los datos del proyecto son visibles para todos los miembros del equipo.

Wanner (2021) señala que, en el ámbito de *sprint*, Scrum cuenta con herramientas como el *daily Scrum*, el *taskboard* y el *burndown chart* para poder monitorear el progreso. Además, la alta visibilidad de la información facilita que se tome acción rápidamente si se identifica algún problema y, a diferencia de las metodologías tradicionales, en Scrum no existen reportes, sino que se utilizan los artefactos para tener la trazabilidad del trabajo y los requisitos.

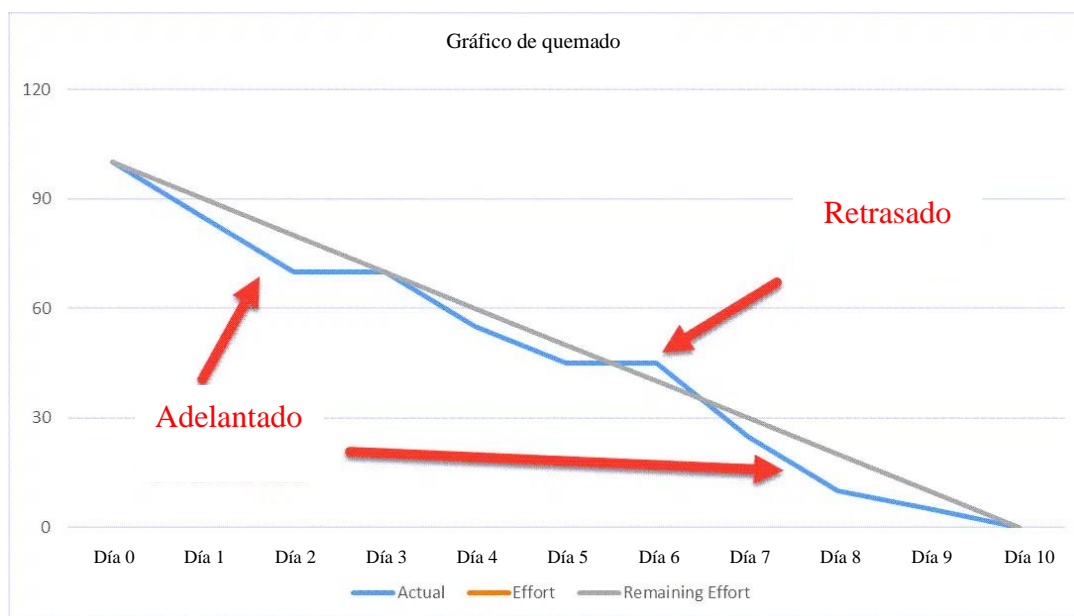
Algunas de las herramientas que menciona Wanner (2021) que se utilizan en Scrum para *reportar* sobre el avance del proyecto son:

**4.2.4.1. El taskboard.** Es una herramienta de representación gráfica que da una visión general del plan para alcanzar la meta del *sprint*. Contiene *sprint backlog* que se descompone en actividades descritas detalladamente y con su respectiva asignación de responsables para cada

una. El *taskboard* se actualiza diariamente.

**4.2.4.2. El gráfico de burndown.** Muestra gráficamente el trabajo pendiente en el tiempo restante de cada *sprint*, las desviaciones del avance según lo planificado y la velocidad de desarrollo (Wanner, 2021).

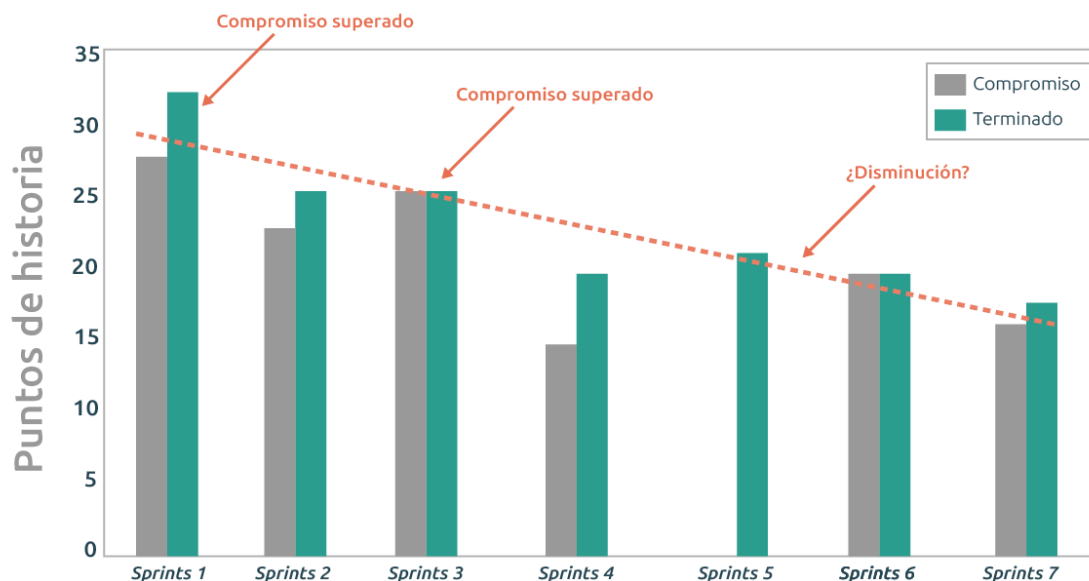
**Figura 22**  
Gráfico de quemado (*burndown*)



*Nota.* Tomado de What is a Burndown Chart in Scrum? PM Study Circle (2022), <https://pmstudycircle.com/burndown-chart/>.

**4.2.4.3. El gráfico de velocidad.** Como se muestra en la Figura 23, esta gráfica permite observar la velocidad de desarrollo de cada *sprint*. Este es un dato variable que ayuda a identificar si existen obstáculos que limitan el avance continuo del *sprint*.

**Figura 23**  
Gráfico de velocidad



Nota. Tomado de Métricas en Scrum, GCF Global (s. f.), <https://edu.gcfglobal.org/es/scrum/metricas-en-scrum/1/>

A partir de las 3 metodologías investigadas se elabora el siguiente cuadro comparativo en la Tabla 16, de los procesos de control y seguimiento según la metodología utilizada.

**Tabla 16**  
Comparación de metodologías

Metodología	Procesos	Ventajas	Desventajas
Predictiva según La Guía del PMBOK (PMI, 2017)	Monitoreo y Control  Se enfoca en el avance del proyecto de acuerdo a lo planeado en las áreas del conocimiento	Análisis del desempeño planificado versus el real. Más precisión en los datos  Permite obtener proyecciones en cuanto al costo, tiempo	Introducir cambios involucra varios procesos y actualización de documentos
Prince2	Se enfoca en el control de etapas	La división del proyecto en etapas bien delimitadas e independientes facilita el control de cada una	Necesita una curva de aprendizaje significativa pues no se utiliza en la organización

Metodología	Procesos	Ventajas	Desventajas
	Asignación de tolerancias a cada etapa en función al rendimiento de: Costos Tiempo Calidad Alcance Beneficios Riesgos	El control diario facilita identificar variaciones al plan de la etapa	Sus procesos tan estructurados suponen un inconveniente para realizar cambios y documentar el progreso, puede volverse muy burocrático
Agile	Realiza un control diario del trabajo por realizar  Se enfoca en realizar inspecciones diarias que facilitan realizar ajustes y adaptarse a la incertidumbre	Brinda mayor flexibilidad por su capacidad de adaptación al cambio	Procesos menos definidos pueden dificultar el control de la calidad.

Con base en la Tabla 16, para el caso de los proyectos de diseño de centros de datos, se escoge la metodología predictiva de acuerdo con la Guía del PMBOK (PMI, 2017). Ya que, posee mayor precisión en la obtención de datos para analizar variaciones y en la capacidad de realizar pronósticos del proyecto en cuanto a costos y cronograma.

#### 4.3. Principales riesgos en la gestión de proyectos de diseño de centros de datos

Los riesgos son una parte intrínseca de todo proyecto. Los proyectos de diseño de centros de datos no están exentos de los riesgos, es más, debido a la gran complejidad y alto costo de la inversión económica que requieren, la gestión de riesgos es una de las partes más importantes de la vida de estos proyectos.

Esta sección pretende identificar los principales riesgos y desafíos que se presentan para el seguimiento y control de los centros de datos para lograr implementar la respuesta a esos riesgos y su monitoreo.

### 4.3.1. Identificar los riesgos

Para los proyectos de diseño de centros de datos se identificaron los riesgos más habituales para el control y seguimiento de la etapa de diseño. A continuación, para proceder según la metodología de la Guía del PMBOK (PMI, 2017). Se clasifican los riesgos según su tipo y se procede a asignarles un código para facilitar los procesos siguientes de análisis.

**Tabla 17**

*Identificación y clasificación de riesgos en procesos de control y seguimiento*

Código	Causa	Descripción del riesgo	Sector
RG01	Falta de estandarización de procesos	Si no se cuenta con un proceso estándar para el control y seguimiento de los proyectos puede variar la información obtenida.	Monitoreo y control
RG02	Falta de métricas estándar	Si no se cuenta con métricas para medir el desempeño se afectaría la obtención de datos objetivos	Monitoreo y control del trabajo
RG03	Falta de técnicas y herramientas para control de cronograma	Si no se establecen una técnica y herramienta para monitorear el cronograma puede fallar la detección de variaciones de acuerdo a lo planificado.	Control de cronograma
RG04	Falta de herramientas para validar que se tiene la información necesaria	Si no se cuenta con una lista de verificación para monitorear la obtención de la información técnica necesaria para iniciar el diseño, puede haber faltantes en la definición de requisitos.	Control de Alcance
RG05	Falta proceso para involucrar a los interesados	Si no se tiene un proceso de involucramiento de los interesados, se dificulta el control y cumplimiento de compromisos del cliente, lo cual podría	Control y monitoreo de involucramiento de interesados

Código	Causa	Descripción del riesgo	Sector
		afectar tiempo y costos de ejecución.	
RG06	Poca claridad en seguimiento al trabajo del proyecto	Sin una cadencia definida para el monitoreo de la coordinación de diseño interdisciplinaria se podría dificultar control del desempeño del trabajo	Monitoreo del trabajo
RG07	Falta de herramientas estandarizadas para control de calidad	Debido a la falta de herramientas de control de calidad como criterios de aceptación, pueden presentarse brechas en la calidad esperada.	Control de calidad
RG08	Poca claridad en el control integrado de cambios	Si no se cuenta con un proceso e indicadores para realizar el control integrado de cambios, pueden generarse atrasos, corrupción del alcance y desgaste de los recursos.	Control integrado de cambios
RG09	Falta de procesos y herramientas para lecciones aprendidas	Si las lecciones aprendidas no se documentan y comparten periódicamente con el equipo, se repetirán errores que tienen impacto en la calidad de los proyectos.	Control de Calidad
RG10	Falta de herramientas para control de horas	Si no se cuenta con una herramienta para reportar las horas consumidas por los recursos vs las planeadas, se dificulta el control de costos y el monitoreo del desempeño de los recursos	Control de costos
RG11	Poca claridad en procesos de control del alcance	Si el alcance carece de claridad a lo interno y externo pueden ocasionarse impactos negativos en el costo, cronograma y calidad del proyecto	Control de alcance



Código	Causa	Descripción del riesgo	Sector
RG12	Poca visibilidad del estado del proyecto	Si se carece de índices de desempeño para evaluar el progreso del proyecto se puede ver afectada la comunicación del avance al cliente y el monitoreo del proyecto.	Monitoreo y control del trabajo
RG13	Falta de monitoreo de los avances de subcontratos	Si no se cuenta con procesos para dar seguimiento a los subcontratos, podrían presentarse incumplimientos	Control de adquisiciones

### 4.3.2. Análisis cualitativo de los riesgos

Se establecen los siguientes parámetros para el análisis cualitativo, los cuales se califican utilizando el juicio de experto.

**Tabla 18**  
*Escala de probabilidad e impacto*

Escala de probabilidad		Escala de impacto	
Muy probable	0.9	Muy alto	0.8
Bastante probable	0.7	Alto	0.4
Probable	0.5	Moderado	0.2
Poco probable	0.3	Bajo	0.1
Muy poco probable	0.1	Muy bajo	0.05

Como resultado de la multiplicación de  $P \times I$ , el puntaje obtenido se priorizará de la siguiente forma, mostrado en la Tabla 19.

**Tabla 19**  
*Rango de puntuación*

Alto	0.99 – 0.18
Moderado	0.17 – 0.05
Bajo	0.04 – 0.01

De acuerdo con los parámetros establecidos en la Tabla 19 se realiza la matriz de probabilidad e impacto en la Tabla 20.

**Tabla 20**  
*Matriz de probabilidad e impacto*

Código	Probabilidad	Impacto	Rango
RG01	0.7	0.4	0.28
RG02	0.7	0.4	0.28
RG03	0.9	0.8	0.72
RG04	0.5	0.4	0.20
RG05	0.7	0.2	0.14
RG06	0.5	0.4	0.20
RG07	0.3	0.8	0.24
RG08	0.7	0.4	0.28
RG09	0.7	0.2	0.14
RG10	0.3	0.8	0.24
RG11	0.7	0.4	0.28
RG12	0.3	0.4	0.12
<b>Riesgo general del proyecto</b>			0.26

### 4.3.3. Análisis cuantitativo de los riesgos

El análisis cuantitativo analiza numéricamente los riesgos individuales que se identifican como conjunto. Este proceso no es necesario en todos los proyectos, ya que depende de la disponibilidad de datos detallados.

### 4.3.4. Plan de respuesta

El plan de respuesta a las amenazas encontradas se realiza según el puntaje obtenido del análisis cualitativo. En la Figura 25 se muestra la estrategia de respuesta para cada valor.

**Figura 24**  
*Estrategia de respuesta*

Impacto/probabilidad	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	
0.9	0.72	0.36	0.18	0.09	0.045	Evitar
0.7	0.56	0.28	0.14	0.07	0.035	Transferir o mitigar
0.5	0.4	0.2	0.1	0.05	0.025	
0.3	0.24	0.12	0.06	0.03	0.015	Aceptar
0.1	0.08	0.04	0.02	0.01	0.005	

A partir de los parámetros establecidos para la estrategia de respuesta, se procede por incorporar en el registro de riesgo el plan para cada uno, como se muestra en la Tabla 21.

**Tabla 21***Plan de respuesta a los riesgos*

<b>Código</b>	<b>Causa</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Sector</b>	<b>P</b>	<b>I</b>	<b>Rango</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Acciones Preventivas</b>	<b>Responsable</b>
RG03	Falta de técnicas y herramientas para control de cronograma	Si no se establecen una técnica y herramienta para monitorear el cronograma puede fallar la detección de variaciones de acuerdo con lo planificado.	Control de cronograma	0.9	0.8	0.72	Evitar	Implementar el monitoreo semanal del cronograma a través de medición de variabilidad por medio de MS Project	<i>Project manager</i>
RG01	Falta de estandarización de procesos	Si no se cuenta con un proceso estándar para el control y seguimiento de los proyectos puede variar la información obtenida.	Control	0.7	0.4	0.28	Evitar	Crear una base de procesos y herramientas para el control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos en DCP	<i>Project manager</i>
RG02	Falta de métricas estándar	Si no se cuenta con métricas para medir el desempeño se afectaría la obtención de datos objetivos	Cronograma	0.7	0.4	0.28	Evitar	Estandarizar el uso de métricas base para medir la calidad, el alcance, el tiempo y los costos de proyectos.	<i>Project manager</i>
RG09	Falta de procesos y herramientas para lecciones aprendidas	Si las lecciones aprendidas no se documentan y comparan periódicamente con el equipo, se repetirán	Control	0.7	0.4	0.28	Evitar	Incorporar dentro de las actividades del proyecto la documentación de incidentes y	<i>Project manager</i>

Código	Causa	Descripción del riesgo	Sector	P	I	Rango	Estrategia	Acciones Preventivas	Responsable
		errores que tienen impacto en la calidad de los proyectos.						realizar tras cada entrega reuniones para compartir las lecciones aprendidas.	
RG12	Poca visibilidad del estado del proyecto	Si no se cuentan con informes del desempeño para evaluar el progreso del proyecto se puede ver afectada la comunicación del avance al cliente y el monitoreo del proyecto.	Cronograma	0.7	0.4	0.28	Evitar	Implementar una plantilla de informe de avance de proyecto con base en la información recopilada en los procesos de monitoreo y control	<i>Project controller</i>
RG07	Falta de herramientas estandarizadas para control de calidad	Debido a la falta procesos y herramientas de control de calidad como criterios de aceptación, pueden presentarse brechas en la calidad esperada.	Alcance	0.3	0.8	0.24	Evitar	Incorporar los procesos de control de calidad en la programación del proyecto y utilizar técnicas como inspecciones, reuniones y herramientas como checklists de cumplimiento	<i>Project manager</i>

<b>Código</b>	<b>Causa</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Sector</b>	<b>P</b>	<b>I</b>	<b>Rango</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Acciones Preventivas</b>	<b>Responsable</b>
RG11	Poca claridad en procesos de control del alcance	Si el alcance carece de claridad a lo interno y externo pueden ocasionarse impactos negativos en el costo, cronograma y calidad del proyecto	Control de alcance	0.3	0.8	0.24	Evitar	Mejorar las salidas de los procesos de inicio como el project charter. Utilizar herramientas como la documentación de requisitos y la matriz de trazabilidad para monitorear cumplimiento del alcance. Contar con plantillas de solicitud de cambios si se necesita realizar cambios a la línea base del alcance	<i>Project manager</i>
RG04	Falta de herramientas para validar que se tiene la información necesaria	Si no se cuenta con una lista de verificación para monitorear la obtención de la información técnica necesaria para iniciar el diseño, puede haber faltantes en la definición de requisitos.	Control de Alcance	0.5	0.4	0.20	Evitar	Crear una plantilla para utilizar como lista de verificación para la obtención de requerimientos técnicos de inicio de proyecto.	<i>Project manager</i>

<b>Código</b>	<b>Causa</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Sector</b>	<b>P</b>	<b>I</b>	<b>Rango</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Acciones Preventivas</b>	<b>Responsable</b>
RG06	Poca claridad en seguimiento al trabajo del proyecto	Sin una cadencia definida para el monitoreo de la coordinación de diseño interdisciplinaria se podría dificultar control del desempeño del trabajo	Cronograma	0.5	0.4	0.20	Evitar	Definir la cadencia y técnica de seguimiento del avance del proyecto.	<i>Project manager</i>
RG05	Falta proceso para involucrar a los interesados	Si no se tiene un proceso de involucramiento de los interesados, se dificulta el control y cumplimiento de compromisos del cliente, lo cual podría afectar tiempo y costos de ejecución.	Control y monitoreo de involucramiento de interesados	0.7	0.2	0.14	Mitigar	Establecer una cadencia de reuniones con los interesados internos y externos del proyecto para monitorear su involucramiento y controlar su participación.	<i>Project manager</i>
RG10	Falta de herramientas para control de horas	Si no se cuenta con una herramienta para reportar las horas consumidas por los recursos vs las planeadas, se dificulta el control de costos y el monitoreo del desempeño de los recursos	Control de costos	0.7	0.2	0.14	Mitigar	Crear una plantilla para registrar las horas de trabajo actuales versus las planificadas	<i>Project manager</i>

<b>Código</b>	<b>Causa</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Sector</b>	<b>P</b>	<b>I</b>	<b>Rango</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Acciones Preventivas</b>	<b>Responsable</b>
RG12	Falta de monitoreo de los avances de subcontratos	Si no se cuenta con procesos para dar seguimiento a los subcontratos, podrían presentarse incumplimientos	Control de adquisiciones	0.3	0.4	0.12	Mitigar	Definir la cadencia y técnica de seguimiento del avance del proyecto, implementar control de cambios en caso de desviaciones	<i>Project manager</i>
		Riesgo general del proyecto				0.26			



#### **4.4. Propuesta para el seguimiento y control de proyectos de centros de datos en DCP**

Con base en el análisis efectuado en las secciones anteriores y a partir de la información obtenida del análisis de riesgos, en esta sección se ejecutó la propuesta para la mejora de los procesos de seguimiento (monitoreo) y control. En los cuales se notó mayor oportunidad de mejora para garantizar el éxito de los proyectos de diseño de centros de datos.

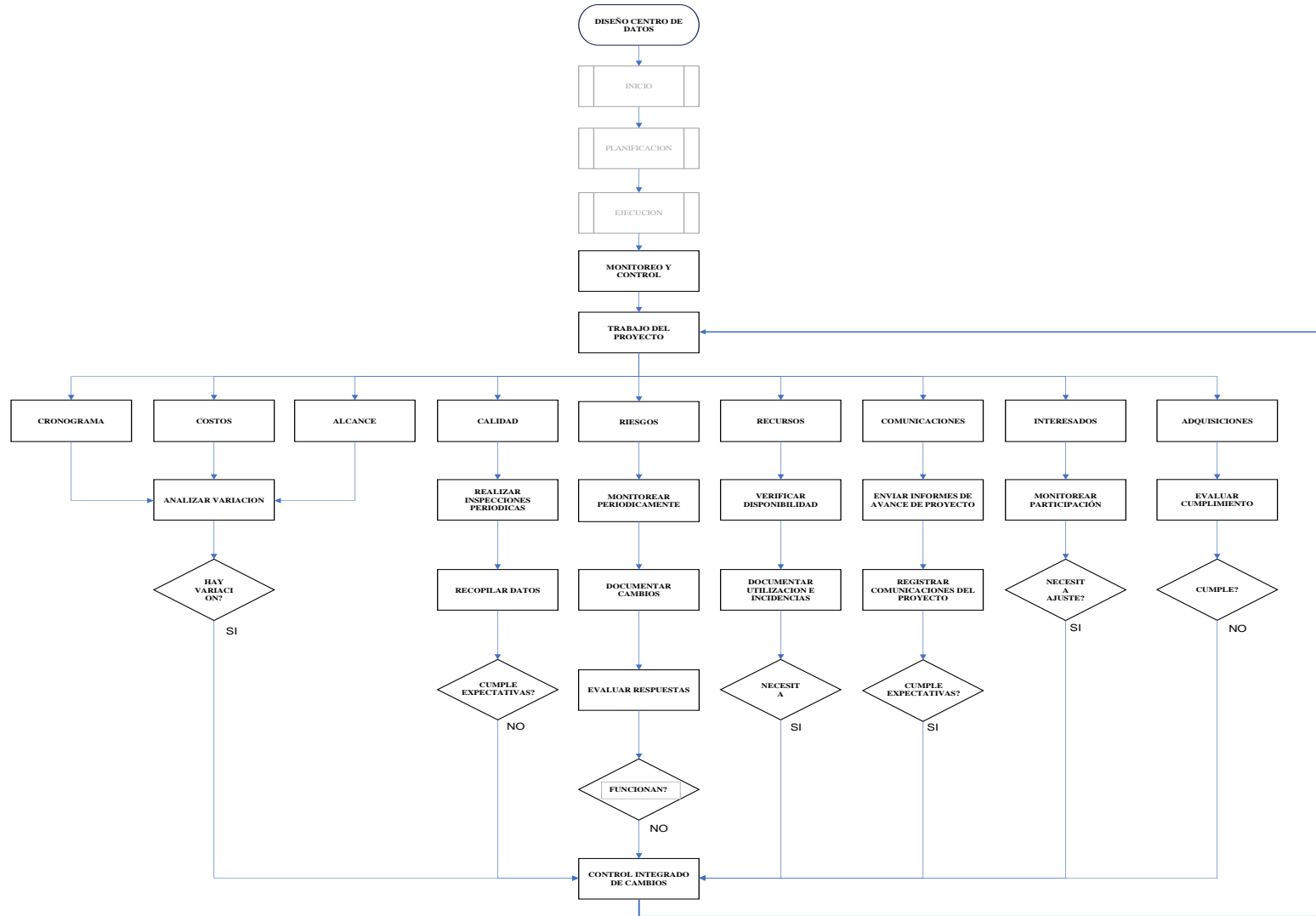
La propuesta de procesos de control y seguimiento de proyecto se enfoca en monitorear y controlar el desempeño del trabajo del proyecto para asegurar que los avances se ejecutan de acuerdo con lo planificado. Para esto se propone realizar los siguientes procesos, los cuales se explican más adelante:

- Controlar el alcance del proyecto a través del control del cambio.
- Asegurar que los entregables cumplan con las expectativas por medio del control de calidad.
- Asegurar que las actividades se ejecuten en el tiempo asignado a través del control del cronograma.
- Garantizar que todo el trabajo se realice dentro del presupuesto establecido mediante el control de costos.
- Manejar los riesgos e identificar nuevos posibles eventos a partir del control de riesgos.
- Emitir informes para comunicar a los interesados sobre el estado real del proyecto como resultado del monitoreo y control del trabajo del proyecto.
- Asegurar el desempeño planificado de los subcontratos por medio del control de las adquisiciones.

- Mantener una participación positiva de los interesados del proyecto a partir del monitoreo del involucramiento de los interesados.
- Garantizar que las necesidades de información del proyecto y los interesados se suplan, a partir del monitoreo de las comunicaciones.
- Asegurar la disponibilidad de los recursos físicos del proyecto y el buen desempeño del equipo de profesionales del proyecto.

Como primer insumo de la propuesta se elabora el flujograma que se muestra en la Figura 25 el cual permite la visualización del proceso de monitoreo y control para los proyectos de diseño de centros de datos.

**Figura 25**  
*Flujograma de procesos de monitoreo y control*



Como se muestra en la Figura 25, el proceso inicia tomando como base la información producto de los procesos de inicio y planificación implementados por la PMO de la empresa DCP, los cuales siguen la Guía del PMBOK (PMI, 2017). Esta información constituye las entradas para el comienzo de la etapa de monitoreo y control, las cuales establecen las bases contra las que se realizarán los análisis de desempeño del trabajo.

El monitoreo o seguimiento de los proyectos involucra la recolección y análisis de datos de las áreas mostradas en el flujograma. A partir de estos datos, se identifican las tendencias del proyecto y las variaciones con las que se realizarán los pronósticos y reportes periódicos. El control, inicia al tomar las acciones necesarias para mantener el proyecto bien encaminado, a partir de la información recopilada.

A continuación, se profundiza en los procesos mencionados anteriormente.

#### **4.4.1. Controlar el alcance del proyecto a través del control del cambio.**

A través de este proceso se garantiza que el equipo de diseño esté desarrollando sólo lo que se ha propuesto en la oferta del proyecto y por ende en el acta de constitución del proyecto. De acuerdo con el proceso de desarrollo del diseño de los centros de datos establecido en la empresa, el diseño se desarrolla en 4 etapas principales:

Diseño Conceptual - Diseño Básico - Diseño Esquemático - Diseño Detallado

Para poder dar un seguimiento más acertado, es necesario desgranar el alcance general del proyecto al nivel del alcance de cada etapa de diseño. Tomando como entrada el proceso de recopilar requisitos, se puede utilizar la herramienta matriz de trazabilidad de requisitos que se muestra en la Tabla 22, diseñada para verificar el cumplimiento a nivel técnico y de objetivos de cada etapa de diseño.

Las técnicas para el control del alcance propuestas son, inspecciones semanales realizadas por los coordinadores de cada disciplina al trabajo realizado por el equipo de diseño. Reuniones semanales a cargo del project mánager y el apoyo del project controller, con los coordinadores de diseño del proyecto para verificar el alcance del proyecto. Utilizando la matriz de trazabilidad de requisitos y el registro de solicitudes de cambio que se muestra en la Tabla 23.

Mediante la matriz de trazabilidad de requisitos se documentan todos los requerimientos del proyecto obtenidos del proceso de recopilación de requisitos. Con este registro el equipo del proyecto y el project mánager pueden verificar que se esté cumpliendo con lo esperado en cada etapa de diseño hasta el fin del proyecto.

Por otro lado, el registro de solicitudes de cambio se utiliza cuando se piden cambios al proyecto. Estos deben registrarse anotando la fecha de solicitud, el solicitante, el impacto que tiene estos nuevos requerimientos en el proyecto y la respuesta por parte del comité de control de cambios.

A partir de esta información se procede a realizar un análisis de variación, en el cual se compara la línea base con los resultados reales. Si existe variación, debe analizarse si se encuentra dentro de los umbrales de tolerancia del proyecto. Típicamente, la variación permitida no debe ser mayor al 10% de los entregables comprometidos ni del tiempo de trabajo planificado inicialmente.

Cuando la variación excede los umbrales permitidos, procede una acción correctiva por medio de una solicitud de cambio. Es indispensable registrar todos los cambios solicitados que se solicitan al proyecto para poder tener una trazabilidad y evaluar el impacto en tiempo, costo y

calidad a través del proceso de control integrado de cambios antes de proceder con la implementación de las modificaciones.

**Tabla 22**

*Plantilla: Matriz de trazabilidad de requisitos*

<b>MATRIZ DE TRAZABILIDAD DE REQUISITOS</b>						
<b>Nombre del Proyecto: Diseño de Centro de Datos</b>						
<b>Cliente:</b>						
A: Arquitectura	ES: Estructural					
E: Eléctrico	C: Civil					
M: Mecánico	G: Gestión					
<b>ETAPA DE DISEÑO</b>						
<b>Objetivos de la etapa de diseño:</b>						
1.						
2.						
3.						
<b>ID</b>	<b>Descripción</b>	<b>Versión</b>	<b>Entregables (EDT)</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha de estado</b>	<b>Estado</b>
<b>A01</b>		1				Entregado
		2				Aprobado
<b>A02</b>		1				Pendiente
<b>E01</b>						
<b>M01</b>						
<b>ES01</b>						
<b>C01</b>						
<b>G01</b>						

**Tabla 23***Registro de solicitudes de cambio***DCP**

Cliente:

Fecha de inicio:

Proyecto:

Ítem	Disciplina	Subdisciplina	Descripción de la solicitud	Etapas de Diseño	Estado	Solicitante	Fecha solicitud	Medio comunicación	Fecha respuesta	Medio comunicación	Impacto: Costo - tiempo - alcance
1	Arq	-		Concept.	Rechazado						Alcance
2	Mec	HVAC		Concept.	Aplazado						Tiempo: + 11 días
3	Mec	SPCI		Básico	Aprobado						Costo: + \$2000
4	Mec	Plomería		Básico							
5	Eléc	Telecom		Básico							
6	Eléc	Detección		Esquem.							
7	Eléc	Potencia		Detallado							
8	Eléc	Seguridad		Detallado							
9	Eléc	BMS		Detallado							

#### **4.4.2. Asegurar que los entregables cumplan con las expectativas por medio del control de calidad.**

El control de calidad en los proyectos de diseño de centros de datos asegura que los entregables cumplan con las expectativas de los clientes. Es un proceso que debe formar parte de la programación de los proyectos, dedicando un tiempo específico para el control de calidad de los entregables antes de ser enviados a los clientes.

Para este tipo de proyectos de diseño, lo más recomendable es que el control de calidad se realice por medio de inspecciones a los entregables, ya sean estos planos, memorias de cálculo, o informes. Las inspecciones consisten en que los miembros del equipo de diseño con mayor experiencia revisen y evalúen los entregables.

Para documentar las inconsistencias que se encuentren se utilizan la hoja de verificación que se encuentra en la Tabla 24. Las hojas de verificación según la Guía del PMBOK (PMI, 2017) son una herramienta para el control de calidad que se utilizan para dar seguimiento al resultado de la inspección realizada a los entregables y determinar si existe un problema con la calidad esperada. La hoja de verificación de la Tabla 24, identifica cada uno de los documentos por entregar por medio del código y nombre del entregable. Seguidamente se evalúan criterios de calidad de representación gráfica y finalmente de cumplimiento con el avance esperado.

Se utilizan tres parámetros para calificar el nivel de cumplimiento de cada insumo:

- **Cumple:** Indica que el entregable satisface las expectativas.
- **Observaciones:** Nivel de cumplimiento medio, posee observaciones de forma, pero cumple con el contenido. Debe cumplir con las observaciones de mejora.



- No cumple: El entregable presenta errores de diseño y contenido.

Si el profesional responsable de la inspección tiene correcciones puntuales, las hará en los planos de revisión para ser acatadas por el equipo de diseño.

Con el fin de que se eviten reprocesos por incumplimiento de la calidad esperada, es recomendable que se realicen sesiones de revisión semanales de los avances del proyecto para verificar que se estén cumpliendo con los requisitos técnicos. El project mánager debe programar y dar seguimiento a la realización de estas reuniones.

La revisión de calidad debe concluir con un tiempo prudente mínimo de una semana antes de cada hito de entrega de las etapas de diseño. Esto, con el objetivo de que puedan realizarse los ajustes necesarios para lograr cumplir con las expectativas del cliente. El project mánager debe garantizar que el equipo de trabajo cumpla con los ajustes solicitados.

Como parte de la mejora continua, a lo largo del desarrollo del proyecto de diseño, deben documentarse activamente los incidentes con la finalidad de levantar un registro de lecciones aprendidas utilizando el formato de la Tabla 25 de la siguiente forma:

Se registra el número de ítem y su efecto (+ positivo, - negativo)

Se especifica la etapa (conceptual, diseño básico, diseño esquemático, diseño detallado),

Se selecciona la categoría (técnico, diseño, gestión)

Se describe brevemente la situación y el impacto.

Se emite una recomendación a raíz de la experiencia.

Las lecciones aprendidas deberán compartirse en sesiones mensuales con las personas colaboradoras involucradas en los proyectos de diseño de centros de datos.

**Tabla 24***Hoja de verificación de calidad de los entregables*

ENTREGABLE		CRITERIOS DE ACEPTACIÓN GRÁFICOS					CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DE DISEÑO				
#	Cod	Nombre	Acotado estándar	Numeración de título de vista	Verificar que no haya textos superpuestos / fuentes	Keyplan existe y muestra área correcta	Cada recinto tiene título y código	Equipos visibles y bien etiquetados	Alcance de Diseño	Nivel de detalle (LOD level of detail)	Observaciones
1	FS-001-D	Portada	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	
2	FS-002-D	Notas y simbología	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Ver observaciones en pdf
3	FS-003-D	Planta de faseo	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	
4	FS-101-D	Planta de ubicación de extinto-res_f1_gnd	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Ver observaciones en pdf
5	FS-102-D	Planta de ubicación de extinto-res_f2_gnd	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	
6	FS-103-D	Planta de ubicación de extinto-res_f3_gnd	Cumple	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Ver observaciones en pdf
7	FS-104-D	Planta de conjunto de red contra incendio_gnd	Observaciones	Observaciones	Observaciones	Observaciones	Observaciones	Observaciones	Observaciones	Observaciones	Ver observaciones en pdf
8	FS-105-D	Planta de red contra incendio f1_gnd	Observaciones	Observaciones	Observaciones	Observaciones	Observaciones	Observaciones	Observaciones	Observaciones	Ver observaciones en pdf

**Tabla 25**  
*Plantilla para registro de lecciones aprendidas*

Registro de lecciones aprendidas						
Fecha		Proyecto		Project Manager		
#	+ / -	Etapa	Categoría	Descripción del Problema/Ventaja	Impacto	Recomendación
	+					
	-					
	+					
	-					

**4.4.3. Asegurar que las actividades se ejecuten en el tiempo asignado a través del control del cronograma.**

Por medio de este proceso se puede determinar cuál es el avance real del proyecto versus el avance planificado establecido a través de la línea base del cronograma. Para realizar las revisiones de desempeño del cronograma en los proyectos de diseño de centros de datos, se propone utilizar la técnica de la ruta crítica para medir el rendimiento de estas actividades con respecto a la línea base.

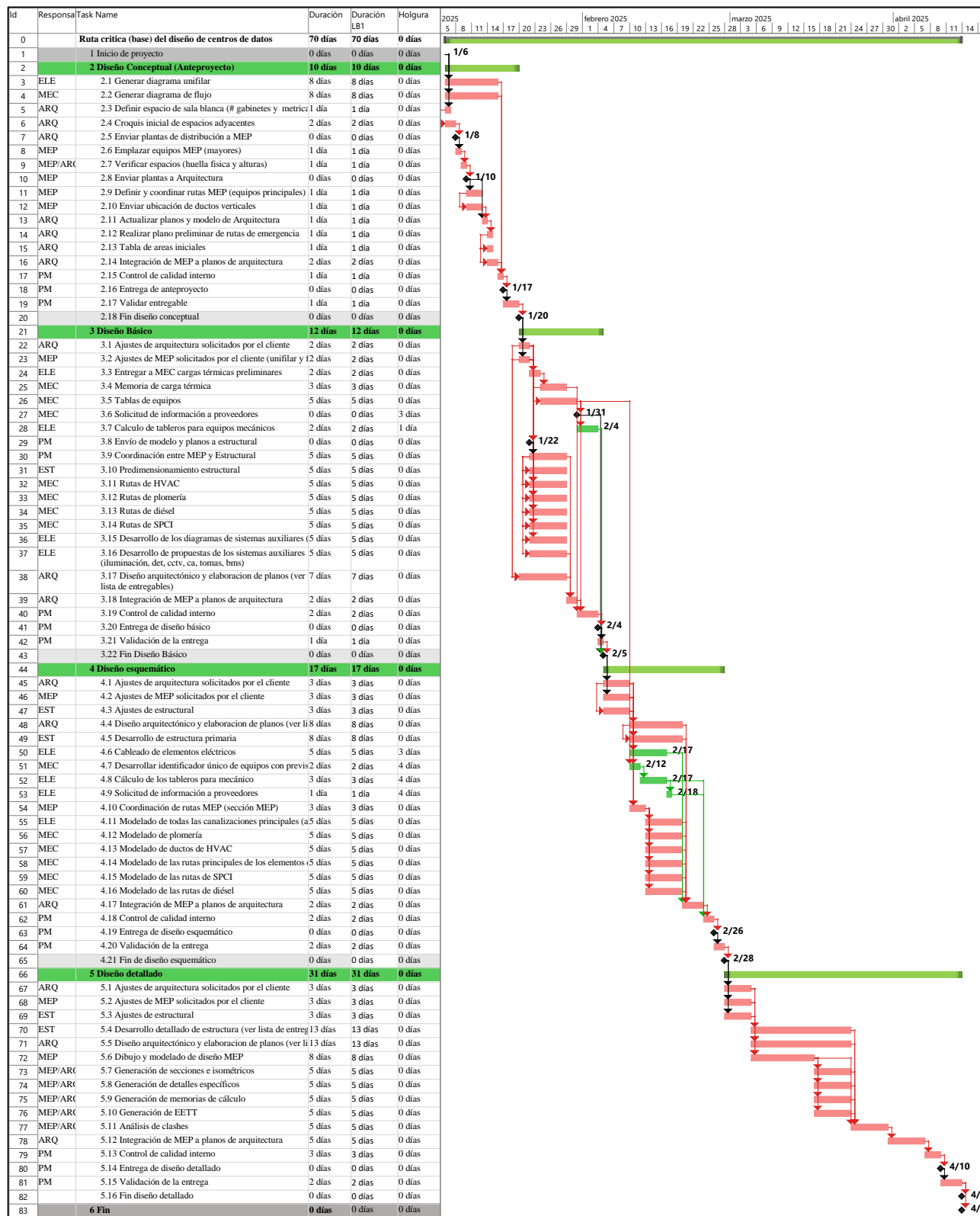
La técnica de la ruta crítica según la Guía del PMBOK, es una técnica que permite identificar las tareas necesarias para realizar un proyecto y que deben finalizarse a tiempo para cumplir con el plazo planificado. Estas actividades son la secuencia de dependencias más larga de todo el proyecto, y para identificarlas correctamente se debe definir la duración, y las predecesoras y sucesoras de cada actividad. Como principal herramienta para que el project mánager realice el control del cronograma y pueda trazar la ruta crítica, se utiliza el software MS Project. Además, al utilizar MS Project puede obtenerse un análisis de variación, así como de pronóstico del comportamiento del cronograma.

Para determinar la ruta crítica se realizó una reunión con los coordinadores de diseño de cada disciplina para identificar las dependencias entre actividades. A partir de esta base de actividades indispensables para el diseño de centros de datos, se procede a desarrollar el cronograma que se muestra en la **Figura 26**. Este cronograma se puede personalizar para modificar las duraciones de las actividades para cada proyecto según sea necesario.

Por medio de las funcionalidades del software se solicita resaltar la ruta crítica, la cual se muestra en rojo. En las columnas de datos se incluyen 3 columnas para el análisis de variación: columna de duración real, columna de duración LB1 (Línea base 1) y finalmente una columna de holgura que muestra la cantidad de días que puede retrasarse cada actividad.

En caso de que se encuentren variaciones desfavorables, el project mánager implementa la técnica de compresión del cronograma o *crashing*, mediante la cual se puede acortar la duración de la ejecución de las actividades en ruta crítica por medio de asignación de más recursos. Si el proyecto sufre retrasos significativos que afecten a línea base, deberá gestionarse a través de una solicitud de cambio.

**Figura 26**  
*Ruta crítica MS Project*



#### 4.4.4. Garantizar que todo el trabajo se realice dentro del presupuesto establecido mediante el control de costos.

Los costos asociados a los proyectos de centros de datos se centran en las horas de trabajo cotizadas al inicio del proyecto para su ejecución. Para dar seguimiento a este rubro, el equipo de trabajo debe llenar semanalmente las horas dedicadas a la ejecución del diseño y los entregables en el documento dispuesto por el project mánager, el cual se observa en la Tabla 26. El copilado mensual de estos informes semanales constituye el insumo principal para el siguiente paso.

El project mánager tras obtener la información de los costos de ejecución semanal de los integrantes del proyecto, compila el costo total real y el costo planificado mensual, para realizar el análisis de variación utilizando la plantilla que se muestra en la Tabla 27.

Para realizar el análisis de variación se utiliza la herramienta de la curva S como se muestra en la Figura 27. La curva S es una herramienta gráfica que se usa para representar los datos acumulativos del proyecto en relación con el costo – tiempo para este caso de estudio. Además, ayuda al project mánager y el equipo de gestión a comprender y monitorear el comportamiento de los datos reales contra los datos planificados, convirtiéndose en un insumo valioso para identificar desviaciones y para incluir en los informes de desempeño de proyecto.

**Tabla 26**  
*Plantilla para registro semanal de horas*

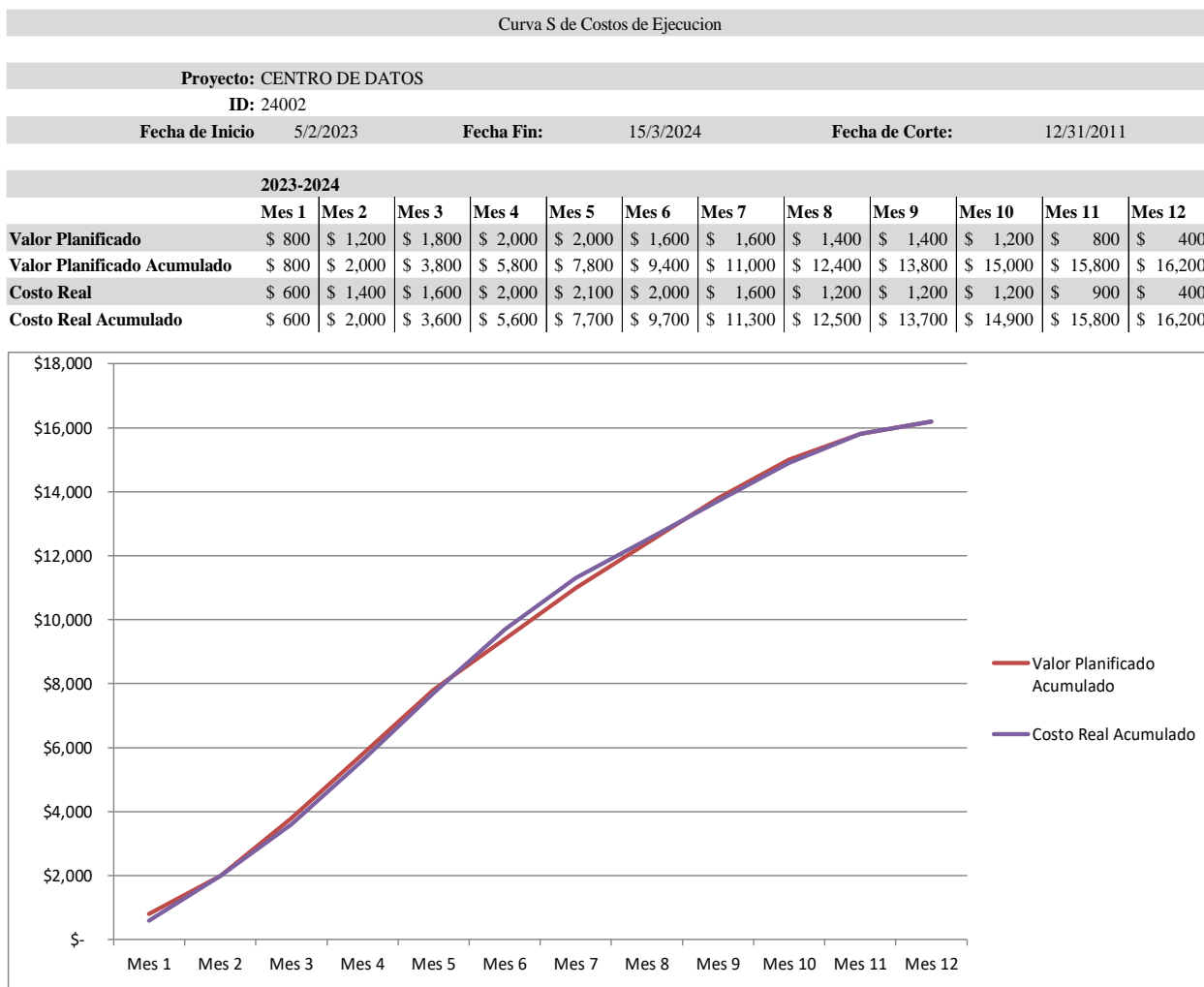
Registro semanal de horas							
Persona	Tarea	L	K	M	J	V	Total hr
Centro de Datos							
Nombre	Diseño HVAC	5	3	3	2	6	19.00
Nombre	Diagrama Unifilar	4	4	4	4	4	40.00

Registro semanal de horas							
Persona	Tarea	L	K	M	J	V	Total hr
Nombre	Fachadas	4	6	2	2	4	18.00
Nombre							
Nombre							

**Tabla 27**  
*Plantilla para control semanal de costos de ejecución*

Control de costos de ejecución								Horas reales		Horas Planificadas		Variación		
#	Persona	Tarea	L	K	M	J	V	Hr	\$/hr	Hr	\$/hr	Horas planificadas	Horas reales	+/-
Proyecto														
1	Nombre	Diseño HVAC	5	3	3	2	6	19.0	\$16.00	30.0	\$16.00	\$ 480.00	\$ 304.00	\$176.00
2	Nombre	Diagrama Unifilar	4	4	4	4	4	40.0	\$14.00	20.0	\$14.00	\$ 280.00	\$ 560.00	\$280.00
3	Nombre	Fachadas	4	6	2	2	4	18.0	\$14.00	16.0	\$14.00	\$ 224.00	\$ 252.00	\$28.00
4	Nombre												\$ -	-
5	Nombre												\$ -	-
								77.0		66.0		<b>\$ 984.00</b>	<b>\$1,116.00</b>	<b>\$132.00</b>

**Figura 27**  
Plantilla para análisis mediante Curva S



#### 4.4.5. Manejar los riesgos e identificar nuevos posibles eventos a partir del control de riesgos.

El proceso de control de riesgos en los proyectos de diseño de centros de datos debe actualizarse constantemente. Como mínimo, semanalmente el project manager y el project controller deben realizar un barrido del registro de riesgos y del desempeño del proyecto para monitorear el estado de cada uno y la aparición de nuevos riesgos. Para identificar riesgos



técnicos y monitorear los existentes, deben realizarse reuniones con los coordinadores de diseño de cada proyecto para contar con su juicio de experto.

Se establecen parámetros para abordar los riesgos de acuerdo con su probabilidad e impacto según se mostró en la sección 4.3. El mismo procedimiento empleado en esta sección que tiene como base la Guía del PMBOK (PMI, 2017) se emplea en el monitoreo y control de riesgos de los proyectos de diseño.

En la Tabla 28 se muestra el ejemplo de la plantilla a utilizar para el registro, categorización y análisis cualitativo de los riesgos. Si el riesgo representa una afectación mayor al 5% en costo, alcance o cronograma deberá escalarse al gerente de operaciones.

**Tabla 28**

*Plantilla para registro y monitoreo de riesgos*

Cód.	Causa	Descripción	Sector	Prob	Imp	Rango	Estrategia	Acciones	Responsable
							Preventivas		
del Riesgo									
				0.5	0.8	0.40	Evitar		Coordinador de modelado
				0.5	0.2	0.10	Evitar		Project manager
				0.3	0.1	0.03	Aceptar		Gerencia

#### 4.4.6. Realizar el control integrado de cambios

Todos los procesos de monitoreo y control de proyectos que deban tener como salida una solicitud de cambios, se integran bajo este proceso de control integrado de cambios. A partir de este proceso el project mánager evalúa cual sería el impacto de todas las solicitudes de cambio en

el desempeño global del proyecto de diseño de centro de datos. Es decir, analiza en que afectan estos cambios el alcance, costo, tiempo y calidad del proyecto.

Una vez que el project manager tiene el análisis de impacto de las solicitudes de cambio, procede a presentar sus conclusiones del costo – beneficio al grupo de interesados. Dado el caso de estudio, en la empresa DCP el grupo de interesados responsables de tomar la decisión sobre cómo se abordarán estas solicitudes (aprobado, rechazado o aplazado), se conforma por el gerente de operaciones y el director técnico. Es decir, estos serían el comité de control de cambios.

Para llevar un control de las solicitudes de cambios, se integra a este proceso la plantilla de registro de cambios que se muestra en la Tabla 23. Por los cambios aprobados, el project manager deberá actualizar los documentos del proyecto que se vean afectados por ese cambio. Así mismo, todas las respuestas a las solicitudes de cambios deberán ser comunicadas al equipo de trabajo.

#### **4.4.7. Emitir informes para comunicar a los interesados sobre el estado real del proyecto.**

##### **4.4.7.1. Monitoreo y control del trabajo del proyecto.**

Los procesos de monitoreo y control de trabajo integran los procesos de monitoreo y control de las demás áreas del conocimiento para poder obtener a partir de los análisis y recopilación de datos, la visión global del proyecto. Es decir, tras haber aplicado los procesos, técnicas y herramientas a las áreas del conocimiento del alcance, costo, cronograma y calidad (como mínimo), se tiene la información necesaria para emitir un reporte del estado del proyecto y su desempeño.

Este reporte sintetiza todos los datos recopilados en un informe de desempeño del trabajo, el cual representa una salida principal del proceso de monitoreo y control del trabajo del proyecto.

Con base en la experiencia que se tenido laborando para la compañía DCP, se notó en proyectos anteriores que los *stakeholders* solicitaban tener visibilidad global del avance del proyecto en forma de un *dashboard* ejecutivo del proyecto que mostrase los principales puntos de interés.

A raíz de esto se propone este contenido para presentar a los clientes:

- Información general del proyecto
- Porcentaje de avance.
  - % avance planificado
  - % avance real
  - % variación
  - % avance restante
- Estado del proyecto en cuanto a tiempo, costos, calidad bajo los siguientes índices:
  - Variación menor al 5 % es bueno
  - Variación mayor a 5% menor a 10% es medio
  - Variación mayor al 10% malo
- Estado de hitos

- Estado de actividades planificadas del periodo en análisis
- Restricciones
- Riesgos
- Solicitudes de cambio.

En la plantilla que se muestra en la Tabla 29 se compila esta información para comunicar a los interesados el desempeño del proyecto.

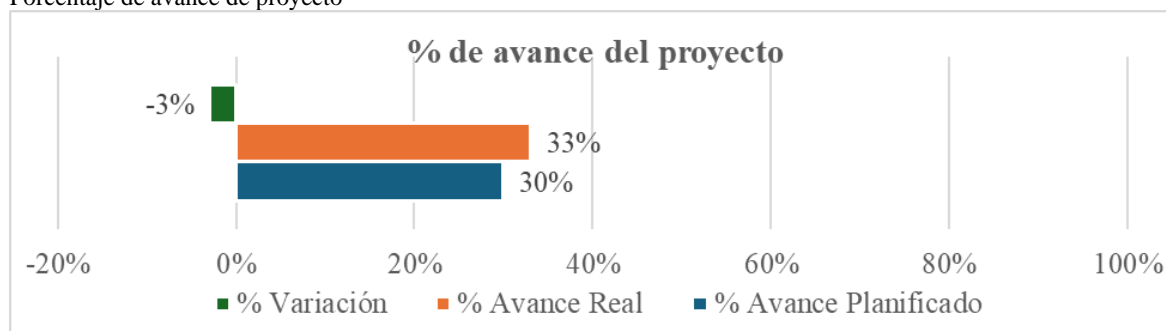
**Figura 28**

Plantilla para informes del desempeño del proyecto

**Informe de desempeño del proyecto**

PERIODO:	<DIA/MES/AÑO/ A DIA/MES/AÑO>	PROYECTO:	<b>NÚMERO Y NOMBRE DEL PROYECTO</b>
FECHA DEL INFORME:	<DÍA/MES/AÑO>	<b>PROJECT MANAGER:</b>	<i>NOMBRE</i>
RESPONSABLE:	<i>NOMBRE</i>	<b>PROJECT SPONSOR:</b>	<i>NOMBRE</i>

Porcentaje de avance de proyecto

**Resumen ejecutivo**

RESÚMEN DEL ESTADO DEL PROYECTO	TIEMPO	<b>ROJO/ AMARIL LO / VERDE</b>	COSTO	<b>ROJO/ AMARIL LO / VERDE</b>	CALIDAD	<b>ROJO/ AMARIL LO / VERDE</b>

**INDICAR LA ETAPA DE DISEÑO EN LA QUE SE ENCUENTRA EL PROYECTO Y UN RESUMEN DE LOS AVANCES DEL PROYECTO CON BASE EN EL STATUS.**

**Estado de hitos**

WBS	HITOS DEL PROYECTO	ESTADO	FECHA DE FIN SEGUN LB	FECHA DE FIN ESPERAD A	RESTRIC CIONES (SÍ/NO)
#	<i>Nombre de hito</i>				
#	<i>Nombre de hito</i>				
#	<i>Nombre de hito</i>				

---

## Estado de actividades planificadas

*Actividades planificadas cerradas:*

- 1. Actividad 1.**
- 2. Actividad 2.**

*Actividades planificadas pendientes*

- 3. Actividad 1.**
- 4. Actividad 2.**

*Actividades planificadas para el siguiente periodo:*

- 5. Actividad 1.**
- 6. Actividad 2.**

---

## Resumen de restricciones

*REGISTRAR LOS PROBLEMAS U OBSTACULOS ENCONTRADOS, LA PRIORIDAD DE ATENCIÓN, EL AREA DE IMPACTO Y LAS ACCIONES PROPUESTAS PARA SU RESOLUCIÓN..*

<i>ID</i>	<i>PRIORIDAD</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>ÁREA DE IMPACTO</i> <i>(COSTO, CRONOGRAMA,</i> <i>ALCANCE, CALIDAD,</i> <i>DISEÑO )</i>	<i>SIGUIENTES PASOS</i>
-----------	------------------	--------------------	---	-------------------------

ALTO

MEDIO

**BAJO**

---

## Resumen de riesgos

Con base en la plantilla de monitoreo y control de riesgos, realizar un resumen.

ID	PRIORIDAD	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ÁREA DE IMPACTO	RESPUESTA
	Alto	Alto	Si x sucede, existe el riesgo de que...	Si el riesgo ocurre impactaría...	
	MEDIO	MEDIO			
	BAJO	Bajo			

---

## Solicitudes de cambio

ID	DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD E IMPACTO (TIEMPO, COSTO, CALIDAD)	RESPUESTA	ESTADO
		APROBADO	PENDIENTE
		RECHAZADO	-
		APLAZADO	-

### 4.4.8. Controlar las adquisiciones.

Para el caso de los proyectos de centros de datos en la empresa DCP, este proceso se asocia al cumplimiento de contratos por parte de los consultores que forman parte del diseño. Por ejemplo, consultores de diseño estructural, consultores ambientales, entre otros.

Para velar por la obtención de los resultados deseados, se deben implementar herramientas y técnicas como el juicio de expertos, las inspecciones a los entregables y la implementación de reuniones técnicas periódicas para garantizar que el avance va de acuerdo con

lo planificado. En el caso que no se estén obteniendo los resultados establecidos a nivel contractual, deberá realizarse una solicitud de cambios.

#### ***4.4.9. Monitorear el involucramiento de los interesados.***

Este proceso a nivel interno de la empresa DCP, tiene amplias oportunidades de mejora, ya que como se vio en la sección de problemática, aun no se ha terminado de consolidar un ambiente de trabajo colaborativo. Para monitorear el involucramiento de los interesados se puede utilizar la herramienta de matriz de involucramiento de interesados la cual se muestra en la Tabla 29. A partir de dos estatus de involucramiento se procede a la evaluación: involucramiento actual e involucramiento deseado, se califica a cada persona.

#### **Tabla 29**

*Plantilla para matriz de involucramiento de interesados.*

<b>Interesado</b>	<b>Desconocedor</b>	<b>Reticente</b>	<b>Neutral</b>	<b>Partidario</b>	<b>Líder</b>
<b>Interesado A</b>		<i>Actual</i>	<i>Deseado</i>		
<b>Interesado B</b>					
<b>Interesado C</b>					

Para corregir un involucramiento bajo de los interesados en el proyecto, el project manager junto con los coordinadores de diseño, pueden utilizar técnicas como facilitar actividades de participación a través de mesas de discusión, lluvia de ideas, talleres de diseño, los cuales permita que las personas tengan la oportunidad de participar activamente.



#### **4.4.10. Monitorear las comunicaciones**

Al igual que el punto anterior, el tema de la comunicación es un área de mejora en la empresa DCP. Para monitorear las comunicaciones y detectar las áreas de mejora se propone levantar un registro de incidentes a lo largo de la ejecución del proyecto. De esta manera, aquellos incidentes con recurrencia más alta o mayor impacto, pueden priorizarse para ser gestionados.

De forma similar, las comunicaciones externas con los clientes y consultores deben monitorearse de forma periódica para garantizar que, la información pertinente está llegando a las personas adecuadas por los canales más eficientes.

En ambos casos puede utilizarse la matriz de involucramiento de interesados que se mostró anteriormente en la Tabla 29, y, el registro de incidencias que se muestra en la Tabla 30.

**Tabla 30**

*Plantilla para registro de incidentes*

<b>Fecha</b>	<b>Persona</b>	<b>Canal</b>	<b>Descripción de lo sucedido</b>	<b>Acciones correctivas</b>

#### **4.4.11. Controlar los recursos (dirigir al equipo)**

Para el proceso de control de recursos se enfoca para este caso de estudio, en dirigir al equipo de profesionales encargados del diseño del proyecto de centro de datos. Se dispone de esta forma ya que el control de recursos según la Guía del PMBOK (PMI,2017) se refiere a

recursos físicos del proyecto, como equipos, materiales e infraestructura. Sin embargo, en la empresa DCP, el responsable de esta tarea es el gerente de operaciones, no el project manager.

Para estos proyectos de diseño es vital el seguimiento al desempeño del equipo y garantizar que aquellos asignados están disponibles para el proyecto según lo planificado, de lo contrario podrían presentarse atrasos significativos al proyecto.

Para medir el desempeño de los miembros del equipo de trabajo puede utilizarse la plantilla que se muestra en Tabla 31. En el caso del monitoreo de las relaciones de trabajo de las personas involucradas en el proyecto, el project mánager debe por medio de habilidades blandas gestionar los conflictos que inevitablemente suceden en los proyectos.

Las técnicas recomendadas para la gestión del conflicto incluyen:

- Retirarse – eludir
- Suavizar – adaptarse
- Consensuar – conciliar
- Forzar – dirigir
- Colaborar – resolver

**Tabla 31***Plantilla para evaluar el desempeño del personal*

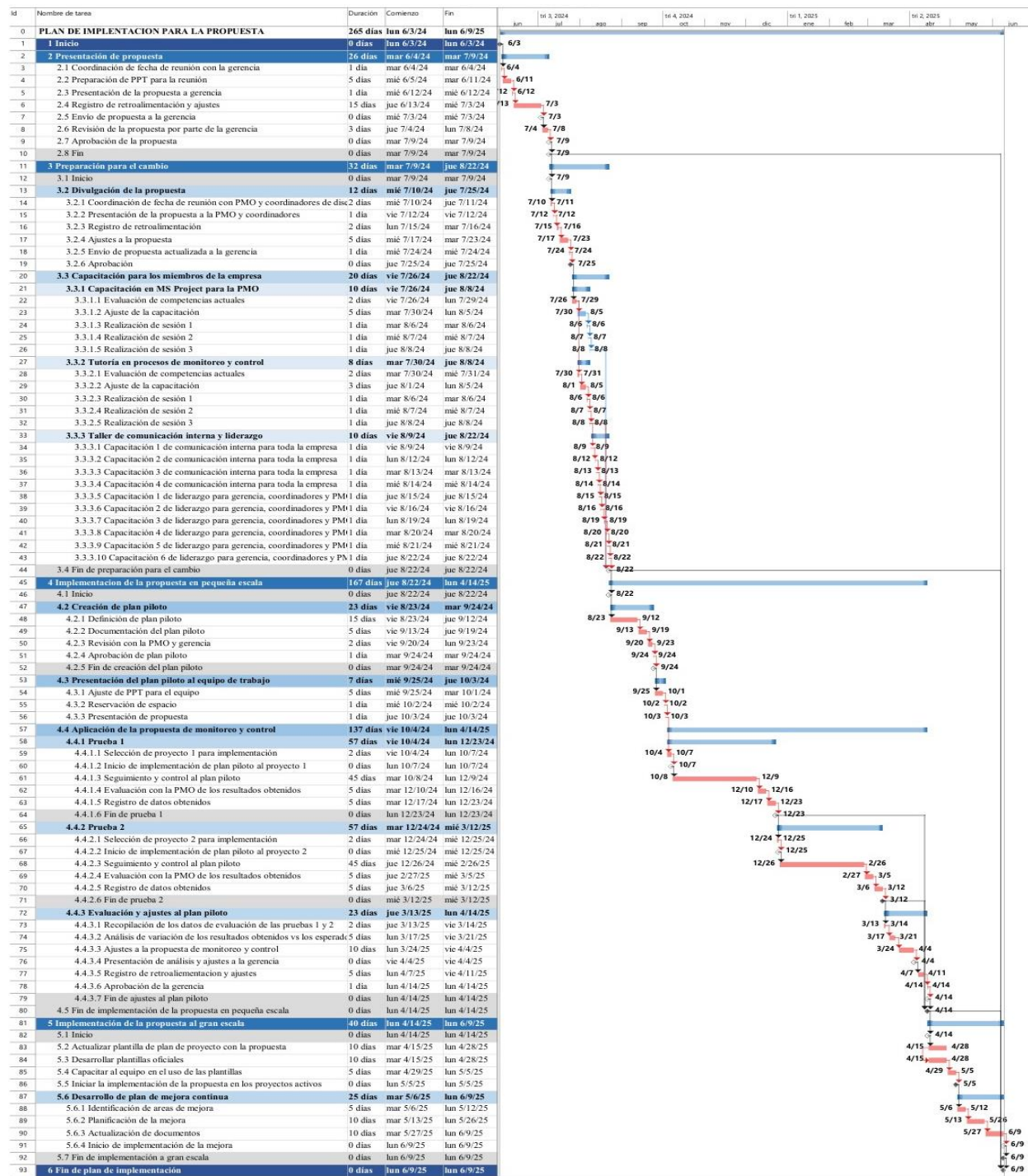
TABLA PARA VALORACIÓN DE DESEMPEÑO DEL PERSONAL					
<b>Nombre colaborador:</b>				<b>Fecha:</b>	
<b>Área funcional:</b>					
<b>Evaluable:</b>					
<b>Factores</b>	<b>Excelente (5)</b>	<b>Bueno (4)</b>	<b>Regular (3)</b>	<b>Aceptable (2)</b>	<b>Deficiente (1)</b>
Producción (cantidad de trabajo realizado)					
Esmero en el trabajo					
Conocimiento del trabajo					
Realización (capacidad de hacer)					
Eficiencia					
Eficacia					
Cooperación (relaciones interpersonales)					
<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%; border-top: 1px solid black; text-align: center;">Firma colaborador</div> <div style="width: 45%; border-top: 1px solid black; text-align: center;">Firma evaluador</div> </div>					

#### **4.5. Programación para la implementación de la propuesta de monitoreo y control para proyectos de diseño de centros de datos**

En esta sección se programa la implementación de la propuesta de este trabajo de investigación. Para esto se propone implementar un plan piloto que proporciona una oportunidad para probar, evaluar y ajustar la propuesta antes de su implementación a gran escala. En la Figura

32 se muestra el cronograma propuesto con el desglose del proceso del plan de implementación de la propuesta.

**Figura 29**  
Cronograma para la implementación de la propuesta



#### 4.6. Conclusiones

Los centros de datos son de suma importancia en el mundo moderno. Estos funcionan como la columna vertebral de los servicios de internet, la computación en la nube, y el almacenamiento, gestión y difusión de datos en varios sectores. Por estas razones, son indispensables en la era digital, respaldando la infraestructura para virtualmente todos los aspectos de la vida moderna, desde los negocios y el gobierno hasta la atención médica, la comunicación personal y el entretenimiento.

Dado que la demanda por más *Data Centers* continúa creciendo y la empresa DCP forma parte de la industria del diseño de estas infraestructuras, se identificó una brecha significativa en los procesos de monitoreo y control durante la gestión de proyectos de diseño de centros de datos. Esta brecha fue atribuida al rápido crecimiento de la empresa en respuesta a la alta demanda del mercado por construir nuevas infraestructuras de este tipo.

Dentro de los principales hallazgos se concluyó que la carencia de procesos estandarizados para el seguimiento y control de proyectos afecta la recopilación de datos, análisis del desempeño del trabajo del proyecto, y pone en riesgo la consecución de los objetivos del proyecto. Por lo cual, se resaltó la importancia de implementar procesos, técnicas y herramientas de seguimiento y control eficientes y efectivas. Esto mejorará la eficiencia de ejecución, reducirá retrasos y retrabajos, y elevará la calidad de los entregables.

Se observó también, una debilidad en la comunicación y colaboración entre departamentos. Lo cual, genera problemas de información y alineación entre los equipos. Además, la comunicación del progreso a los clientes o patrocinadores de los proyectos no reflejaba adecuadamente los compromisos establecidos en el plan del proyecto. Por lo que dentro

de la propuesta se incluyeron los procesos de control y seguimiento de las comunicaciones, el involucramiento de los interesados y la dirección del equipo.

Finalmente, la investigación consideró los aspectos ambientales del tema de fondo, los centros de datos. Dado que tienen un consumo energético significativo, se considera necesario adoptar medidas para reducir su consumo y aumentar su eficiencia energética. Principalmente, la implementación de estrategias regenerativas y sostenibles es crucial para minimizar el impacto ambiental de estos edificios.

#### **4.7. Recomendaciones**

Con base en la investigación, se recomienda a la empresa DCP para el tema de procesos de control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos, utilizar esta investigación como base de procesos y herramientas para el control y monitoreo de proyectos de diseño de centros de datos en DCP. Esto incluye estandarizar el uso de métricas, plantillas y herramientas para medir la calidad, alcance, tiempo y costos de los proyectos.

Un proceso que maneja la gerencia de operaciones y se recomienda incluir en los procesos administrados por la PMO es el control de recursos para los proyectos, pues el project mánager corre el riesgo de perder visibilidad en la disponibilidad de los recursos físicos necesarios para sus proyectos.

En cuanto al ambiente laboral, existe una gran oportunidad de mejora en fomentar una cultura organizacional más abierta y colaborativa. Por lo que se recomienda a la gerencia de DCP con la finalidad de mejorar la comunicación y la cultura organizacional, que se incorporen talleres de comunicación a cargo de profesionales externos capacitados en desarrollar también las

habilidades blandas de las personas y fortalecer el liderazgo del equipo en posiciones de coordinación.

Esto relaciona la comunicación, con el involucramiento de los interesados y la dirección del equipo de trabajo. Se recomienda incluirlo como un proceso de mejora continua que debe llevarse colaborativamente entre la gerencia, la PMO y los coordinadores de diseño.

En cuanto al desarrollo del equipo de trabajo es importante que la gerencia facilite oportunidades de desarrollo continuo para los empleados de la organización. De esta manera se podrá retener el talento de la organización. Un espacio laboral más humanizado que favorezca la integración de actividades sociales periódicas ya sea quincenales o mensuales, propicia que la gente interactúe, aumente su empatía y colaboración.

Finalmente, aunque este PFG se enfoca en resolver la necesidad actual de tener procesos de control y seguimiento tomando como base la situación actual de la PMO de control existente, se recomienda a la gerencia ver más allá de la oficina de gestión de proyectos y evaluar desde una perspectiva de estrategia empresarial la situación global de la organización. Esto incluye factores como la misión y visión, el tamaño de la organización (actual y proyectado), los objetivos estratégicos por cumplir en corto, mediano y largo plazo, el sector de la industria y las necesidades de los clientes potenciales.

Como herramienta estratégica de alineación se insta a implementar el uso del *Balanced Scorecard* o cuadro de mando integral (CMI) el cual según (Rodríguez, s.f.) es un sistema de gestión que considera no solo aspectos financieros sino también las relaciones con los clientes, los procesos internos y el aprendizaje y crecimiento de la organización.

A continuación, se presentan algunos indicadores típicamente utilizados en las organizaciones que podrían utilizarse en DCP:

Perspectiva financiera: ganancias netas, tasa de crecimientos de los ingresos.

Perspectiva del cliente: expansión del negocio, nivel de satisfacción del cliente.

Perspectiva de procesos internos: Mejorar un proceso interno, optimizar los tiempos de ejecución.

Perspectiva de aprendizaje y crecimiento: Ambiente laboral, capacitaciones al personal.

#### **4.8. Validación del trabajo en el campo del desarrollo regenerativo o sostenible**

##### ***4.8.1. Desarrollo sostenible***

El desarrollo sostenible ha evolucionado desde su primera definición en 1984, en la que se estableció que desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias (Brundtland, 1987). A partir del 2002 se implementó un enfoque que vinculaba tres componentes del desarrollo sostenible: el crecimiento económico, el desarrollo social y la protección del medioambiente (Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, 2002). A continuación, se menciona cómo los centros de datos influyen positiva o negativamente en los tres pilares anteriores.

La protección del ambiente asociado a la sostenibilidad ambiental procura que exista un equilibrio entre el desarrollo económico y social y el cuidado del entorno natural. De esta forma, se puede disponer eficientemente de los recursos naturales sin dañar a generaciones futuras, según menciona la Universidad Europea (2022).



Los centros de datos tienen un consumo energético importante, el cual se incrementa de acuerdo con la capacidad de almacenamiento de datos que tengan. Esto implica que desde la etapa del diseño deben definirse las medidas adoptadas para la reducción del consumo de energía y el aumento de su eficiencia. Esto incluye el uso de equipos y sistemas más eficientes en enfriamiento y gestión de energía, así como utilizar fuentes de energía renovable para su operación.

El crecimiento económico que comprende la sostenibilidad económica es la capacidad que tiene una organización de administrar sus recursos y generar rentabilidad de manera responsable y en el largo plazo (Orellana, 2020). En este ámbito, los centros de datos proporcionan empleos para la ejecución del diseño, la construcción y, posteriormente, la operación. A nivel de la industria de la información y tecnología, apoyan la economía digital, la cual, como menciona la compañía Green4T (2023), en la actualidad representa más del 15 % del PIB mundial.

La sostenibilidad social, según menciona BBVA (2022), tiene como objetivo garantizar el bienestar y calidad de vida de las personas en equilibrio con el desarrollo económico. Esto incluye el acceso de las personas a servicios básicos, trabajo digno, inclusión y equidad de género. Los centros de datos contribuyen al desarrollo social proporcionando acceso a la información, lo cual tiene un impacto positivo en el apoyo a la educación, la investigación, la innovación y el acceso digital a servicios básicos.

Como medida de mitigación de su impacto, las compañías dueñas de estos centros de datos realizan compromisos voluntarios con las comunidades en las que se ubican. Lo anterior tiene el fin de mejorar la calidad de vida de las personas y resolver ciertas brechas de desarrollo en estas comunidades.

#### ***4.8.2. Desarrollo regenerativo***

El desarrollo regenerativo, a diferencia del desarrollo sostenible, propone un planeamiento proactivo que va más allá de utilizar los recursos de forma razonable. Este busca, según menciona Müller (2016), evitar el uso de los recursos que no pueden regenerarse y restaurar los ecosistemas mediante una visión holística, sistémica y multidisciplinaria. A través de la implementación de los principios regenerativos se contribuye a la restauración de los ecosistemas para mejorar el bienestar de las personas y del ambiente.

El desarrollo regenerativo contempla seis pilares según Müller (2016): ámbito político, económico, espiritual, ecológico, cultural y social. Para el caso de los centros de datos, el desarrollo regenerativo es un tema que apenas se está explorando. Más que todo, esta industria se ha concentrado en un desarrollo sostenible hasta el momento. Sin embargo, de acuerdo con los seis pilares se pueden ver acciones en el ámbito ecológico, social y político que se alinean a los principios de este enfoque.

En cuanto al tema ecológico, se optó por sistemas de generación de energía y enfriamiento que utilizan los recursos residuales de energía y agua para alimentar procesos secundarios y evitar desperdicios. En el ámbito social se han implementado políticas que fomentan la inclusión y equidad de las personas colaboradoras a partir de talleres y conferencias sobre el auge de las mujeres en la industria, lo cual fortalece una cultura inclusiva.

A nivel político se busca promover la transparencia en las negociaciones dentro de las entidades y a lo externo con los gobiernos. Cumpliendo con las regulaciones de los países donde se encuentran, se fomenta la participación de las autoridades en jurisdicción y se establecen

estrategias de crecimiento que sean adaptables a los cambios políticos, económicos y sociales de una región.

#### **4.9. Relación del proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible**

El desarrollo sostenible se basa en 17 objetivos establecidos por la ONU, también llamados objetivos globales establecidos en el 2015 que tiene como meta: “Poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que para el 2030 todas las personas disfruten de paz y prosperidad” (ONU, 2023, s. p.). A continuación, se analizan estos objetivos en relación con los centros de datos:

1. Fin de la pobreza: los centros de datos son atractores de inversión y mejoran las oportunidades económicas proporcionando trabajo y desarrollo a zonas alejadas. Esto impulsa a la mejora de la infraestructura de servicios básicos como electricidad y agua para las comunidades aledañas.
2. Hambre cero: en relación con el objetivo anterior, al ser fuentes de empleo para la construcción y operación de los centros de datos, mejora el ingreso económico de las personas, lo cual contribuye a mayor facilidad de adquisición de alimentos.
3. Salud y bienestar: los centros de datos apoyan este objetivo al facilitar el acceso a datos hospitalarios y servicios en línea para la atención médica. Por otro lado, el uso de energías limpias evita la contaminación del aire, agua y suelo.
4. Educación de calidad: al igual que el objetivo anterior, los centros de datos permiten el acceso a la educación en línea. Esto fue particularmente importante durante la pandemia de la COVID-19, lo cual permitió a los estudiantes a continuar con su formación académica.

5. Igualdad de género: durante su diseño, construcción y operación, la industria ha producido políticas e iniciativas para fortalecer la participación de las mujeres en centros de datos, lo cual contribuye a la inclusión en carreras STEM.
6. Agua limpia y saneamiento: a través de la innovación en sistemas de enfriamiento más eficientes que necesiten menor recurso hídrico, los centros de datos contribuyen al mejor aprovechamiento de este recurso, lo que evita la escasez de agua en las comunidades.
7. Energía asequible y no contaminante: dado el interés de los gobiernos y las compañías de energía en los centros de datos y el desarrollo socioeconómico que generan para la población, los gobiernos impulsan el desarrollo de infraestructura e innovación de fuentes de energía limpias y renovables para atraer mayor inversión de esta industria.
8. Trabajo decente y crecimiento económico: Los centros de datos impulsan el desarrollo de la economía digital, lo cual impulsa la innovación y creación de nuevas tecnologías. Además, generan oportunidades de empleo para varios sectores sociales durante su diseño, construcción, operación y mantenimiento y atraen inversión en áreas de tecnología y telecomunicaciones.
9. Industria, innovación e infraestructura: los centros de datos promueven el desarrollo de tecnología, investigación e innovación, mejorando la economía de los países desarrollados y en desarrollo. Lo anterior ya que facilitan el acceso a las comunicaciones, tecnología de la información a través del desarrollo de las infraestructuras para su operación y atraer inversión.
10. Reducción de las desigualdades: los centros de datos apoyan el crecimiento económico, representando más del 15 % del PIB mundial según Green4T (2023). Además,

promueven la inclusión social, económica y política internamente durante su diseño, construcción, operación y mantenimiento. A lo externo, su contribución puede ser mayor al involucrarse más con gobiernos locales para fomentar políticas y campañas en contra de la discriminación.

11. Ciudades y comunidades sostenibles: respecto a este objetivo, ante la creciente demanda de más centros de datos, los municipios pueden involucrarse en la incorporación de medidas de apoyo en temas de transporte público y accesibilidad a servicios básicos para sus colaboradores y miembros de la comunidad. Además, pueden designar un porcentaje de área libre dentro del predio de intervención para regenerar zonas verdes con especies autóctonas.
12. Producción y consumo responsable: existe un compromiso a nivel de la industria de centros de datos por tener un consumo responsable de los recursos para su construcción y operación. Esto involucra adoptar medidas sostenibles a través del uso de tecnologías más eficientes, lo que evita el consumo de combustibles fósiles y utiliza menor cantidad de recurso hídrico.
13. Acción por el clima: los centros de datos adoptan este objetivo a través de la reducción de su huella de carbono al utilizar sistemas de enfriamiento avanzados, optimizando el uso de sus servidores y adoptando medidas de ahorro energético.
14. Vida submarina: no aplica directamente. Sin embargo, para la construcción y operación de los centros de datos se debe cumplir con las normas y directrices ambientales de cada país. Dentro de ellas se contempla evitar la contaminación del agua mediante un manejo adecuado y responsable de los desechos de la edificación y mantenimiento.

15. Vida de los ecosistemas terrestres: la industria se compromete a adecuarse a las normas ambientales de cada país. Estas normas prohíben el asentamiento de centros de datos en zonas protegidas y exigen estudios de impacto ambiental que garanticen que este tipo de proyectos no afectan el ambiente.
16. Paz, justicia e instituciones sólidas: no se tiene influencia en las políticas y leyes de los gobiernos. Sin embargo, las compañías dedicadas a centros de datos generalmente tienen políticas internas que no permiten el maltrato y explotación de las personas ni la corrupción.
17. Alianza para alcanzar los objetivos: en el ámbito tecnológico sí se contribuye a este objetivo en la industria de centros de datos, pues facilitan el acceso a la tecnología y promueven la innovación.

#### **4.10. Análisis del proyecto de acuerdo con el estándar P5**

El análisis de los proyectos de acuerdo con el estándar P5 se utiliza para evaluar y medir el impacto ambiental de un proyecto según una serie de criterios establecidos acordes con el estándar P5™ de GPM® para *La sostenibilidad en la dirección de proyectos* (2023). Este considera cinco áreas: producto, procesos, personas, planeta y prosperidad.

Según el estándar P5 (2023), el principal objetivo de este análisis es identificar cuáles serían los impactos negativos y positivos de un proyecto en cada una de las áreas mencionadas. Lo anterior para mitigar los impactos negativos y potenciar los positivos.

Para realizar el análisis de impacto en la matriz de P5 se debe describir la causa del evento y su potencial impacto. Seguidamente, se evalúan dos etapas: el *antes* y el *después*. En el *antes* se evalúa el estado de impacto actual que tiene la actividad o proyecto en el ambiente y en

el *luego* el impacto de acuerdo con la respuesta propuesta. El margen de evaluación va del 1 al 5 en donde:

- 5 = Totalmente de acuerdo: este impacto mejora los resultados del proyecto desde una perspectiva de sostenibilidad.
- 4 = de acuerdo.
- 3 = Neutral: significa que no se espera que este impacto afecte los resultados del proyecto desde una perspectiva de sostenibilidad.
- 2 = en desacuerdo.
- 1 = Totalmente en desacuerdo: significa que este impacto empeorará el (los) resultado (s) del proyecto desde una perspectiva de sostenibilidad.

Según la Figura 26, se puede ver cómo el mayor impacto antes de tomar medidas se presenta en impactos al planeta. Sin embargo, al implementar las respuestas se nota una reducción importante.

**Figura 30**  
*Análisis de impacto P5*

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto potencial	Puntuación de impacto antes	Respuesta propuesta	Puntuación de impacto después	Cambio
<b>2.1 Impactos del producto</b>								
	2.1.1	Vida útil del producto	Los centros de datos tienen una vida útil aproximada de 30 años	Al final de la vida útil los equipos obsoletos pueden eliminarse de forma inadecuada, lo que genera residuos no degradables	1	Reciclar los equipos obsoletos para generar nuevos, lo que evita el uso de nuevos materiales	5	4
	2.1.2	Mantenimiento del producto	Sin mantenimiento adecuado de los equipos de energía y enfriamiento bajan la eficiencia	Requerir más recurso energético e hídrico para su operación	1	Establecer un plan de mantenimiento programado para su funcionamiento óptimo	5	4
<b>2.2 Impactos de los procesos (de gestión de proyectos)</b>								
	2.2.1	Eficacia de los procesos del proyecto	Demora en la ejecución del diseño por un control de proyecto inadecuado	Aumento en los costos de ejecución y pérdida de futuras inversiones en implementación de los proyectos	1	Implementar procesos de control y seguimiento eficientes para cumplir con los objetivos del proyecto	4	3
	2.2.2	Eficiencia de los procesos del proyecto	Falta de capacitación en el uso de nuevas tecnologías más efectivas durante el diseño	Utilizar tecnologías que requieren más recursos naturales y no cumplir con los requerimientos del proyecto	1	Proporcionar capacitación a los encargados del diseño	4	4



Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto potencial	Puntuación de impacto antes	Respuesta propuesta	Puntuación de impacto después	Cambio
	2.2.3	Equidad de los procesos del proyecto	Involucrar al equipo del proyecto sin discriminación, lo que da oportunidades a todos	Ambiente colaborativo y de fácil adaptación al cambio	4	Facilitar la información al equipo de trabajo y propiciar la colaboración sin discriminación	5	1
<b>Promedio de producto y proceso</b>					<b>1.6</b>		<b>4.6</b>	<b>3.2</b>

### 3 Impactos a las personas (Sociales)

#### 3.1 Prácticas laborales y trabajo decente

3.1.1	Empleo y dotación de personal	Los centros de datos generan oportunidades de empleo, desde su diseño hasta su operación	Se genera empleo, tanto para los profesionales que diseñan los CD como para la comunidad en donde se encuentran	4	Fomentar el empleo de las comunidades locales en el centro de datos	5	1
3.1.2	Relaciones laborales/de gestión	Salarios y beneficios competitivos en la industria	Mayor compromiso y lealtad de las personas colaboradoras	3	Revisiones anuales de los salarios en la industria para mantenerse competitivos	4	1
3.1.3	Salud y seguridad del proyecto	Cumplimiento con la normativa de seguridad y políticas de salud	Ambiente seguro de trabajo y acceso a servicios básicos de salud para todos los interesados	3	Cumplir con las regulaciones de seguridad de los gobiernos y utilizar tecnologías limpias	5	2
3.1.4	Educación y capacitación	Capacitación continua del personal de diseño	Mantener actualizados y relevantes a los profesionales beneficiando los proyectos y las personas	3	Políticas de <i>mentoring</i> en la organización de los profesionales con más experiencia hacia los de menor	4	1

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto potencial	Puntuación de impacto antes	Respuesta propuesta	Puntuación de impacto después	Cambio
						experiencia para mejorar sus habilidades		
	3.1.5	Aprendizaje organizacional	Falta una cultura organizacional más colaborativa y con capacidad de adaptación	Afectar la eficiencia de ejecución de los proyectos y eficacia resolutive de imprevistos	1	Mejorar la gestión de RR. HH. en la cultura organizacional	3	2
	3.1.6	Diversidad e igualdad de oportunidades	Ambiente laboral inclusivo	Permite la participación y aportes por igual de todas las personas colaboradoras	4	Impulsar talleres de inclusión y equidad para fortalecer este aspecto	5	1
	3.1.7	Desarrollo de la competencia local	Fomentar el conocimiento de la industria digital en las comunidades	Mayor aceptación de estos proyectos en las comunidades	2	Realizar campañas de educación en escuelas y colegios acerca de la importancia de estos proyectos	4	2
<b>3.2 Sociedad y consumidores</b>								
	3.2.1	Apoyo de la comunidad	Faltan compromisos voluntarios con la comunidad	Rechazo de la comunidad en estos proyectos, lo que dificulta su implementación y evita atracción de oportunidades económicas	1	Establecer programas de apoyo a la comunidad junto con el municipio donde se ubiquen estos proyectos	5	4
	3.2.2	Cumplimiento de políticas públicas	Las normativas locales vigentes pueden ser restricciones	Incumplimiento con las normas y obstáculos en la obtención de permisos de obra	1	Supervisión constante del cumplimiento de los requisitos de las políticas públicas	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto potencial	Puntuación de impacto antes	Respuesta propuesta	Puntuación de impacto después	Cambio
	3.2.3	Protección para pueblos indígenas y tribales						
	3.2.4	Salud y seguridad del consumidor	Pueden presentarse interrupciones energéticas	Incapacidad de acceso a datos y plataformas digitales	1	Mitigar la interrupción energética con el respaldo de fuentes de energía adicionales	4	3
	3.2.5	Etiquetado de productos y servicios						
	3.2.6	Comunicaciones de mercadeo y publicidad						
	3.2.7	Privacidad del consumidor	La información almacenada es confidencial	<i>Data leaks</i> que pongan en riesgo la confidencialidad	3	Medidas de seguridad y protección de datos estrictas para protección del consumidor	5	2
<b>3.3 Derechos humanos</b>								
	3.3.1	No discriminación	Las oportunidades a los profesionales se dan por su desempeño independientemente de su raza, genero, religión	Mayor productividad del equipo de trabajo	5	Monitoreo programado del cumplimiento de esta política	5	0
	3.3.2	Trabajo de acuerdo con la edad	No se contratan personas menores de edad	Mejora el prestigio de la compañía y elimina riesgo por demandas	5	Cumplir con las leyes de trabajo	5	0

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto potencial	Puntuación de impacto antes	Respuesta propuesta	Puntuación de impacto después	Cambio
	3.3.3	Trabajo voluntario	Se cumple con las normativas establecidas por la ley del trabajador	Mayor lealtad de los trabajadores	5	Mantener las políticas y cumplimiento de las legislaciones vigentes	5	0
<b>3.4 Comportamiento ético</b>								
	3.4.1	Prácticas de adquisiciones	No hay políticas que requieran un estudio del impacto ambiental de las adquisiciones	Adquirir servicios o recursos que dañen el ambiente	1	Implementar políticas sostenibles para las adquisiciones	5	4
	3.4.2	Anticorrupción	Algunos proveedores pueden ofrecer regalías para adquirir sus productos	Pérdida de la objetividad durante las adquisiciones impactando la calidad	1	Prohibir el recibimiento de regalías por parte de los proveedores	5	4
	3.4.3	Competencia leal	Se utilizan criterios de selección de acuerdo con la legislación	Evita repercusiones legales	4	Capacitar al personal para evitar competencia desleal	5	1
<b>Promedio de las Personas</b>					<b>2.8</b>		<b>4.6</b>	<b>1.9</b>
<b>4 Impactos al planeta (ambientales)</b>								
<b>4.1 Transporte</b>								
	4.1.1	Adquisiciones locales	Se requiere importación de equipos y productos	Aumenta la huella de carbono del proyecto	1	Priorizar a los proveedores locales en la medida de lo posible	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto potencial	Puntuación de impacto antes	Respuesta propuesta	Puntuación de impacto después	Cambio
	4.1.2	Comunicación digital	Las reuniones y documentación se realizan principalmente por medios digitales	Reduce la cantidad de viajes y emisiones de CO <sub>2</sub>	4	Cuando sean necesarios los viajes prolongados debe tomarse en cuenta el descanso de las personas colaboradoras	5	1
	4.1.3	Viajes y desplazamientos	Se permite el trabajo remoto en un 50 %	Más ahorro en tiempo y costos de desplazamiento	3	Ofrecer trabajo remoto en un 100 % para las posiciones laborales que no requieran modalidad presencial	5	2
	4.1.4	Logística	Se deben importar varios productos durante la construcción	Aumenta la huella de carbono del proyecto	1	Programar las adquisiciones con anticipación para reducir los envíos	5	4
<b>4.2 Energía</b>								
	4.2.1	Consumo de energía	Alta demanda energética para la operación de los centros de datos	Puede impactar negativamente el uso de los recursos naturales para suplir energía	1	Utilización de energías limpias	5	4
	4.2.2	Emisiones CO <sub>2</sub>	Alta demanda energética para la operación de los centros de datos	Aumento de las emisiones de CO <sub>2</sub>	1	Utilizar equipos con mayor eficiencia energética que reduzcan las emisiones	4	3
	4.2.3	Retorno de energía limpia	No existe retorno de energía limpia	Impacto negativo en el uso de recursos naturales para obtención de energía	1	Contar con políticas de conservación de energía	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto potencial	Puntuación de impacto antes	Respuesta propuesta	Puntuación de impacto después	Cambio
	4.2.4	Energía renovable	Cuando hay disponibilidad se utilizan fuentes de energía renovable para procesos secundarios	Menor consumo energético para operaciones no críticas	1	Utilizar paneles solares en los proyectos cuando no se cuente con un proveedor externo	5	4
<b>4.3 Tierra, aire y agua</b>								
	4.3.1	Diversidad biológica	Existen regulaciones locales para la protección del ambiente	Si las regulaciones no son estrictas puede impactarse la diversidad biológica	2	Realizar estudios de impacto ambiental para implementar propuestas de conservación y mejorar el prestigio de la industria	5	3
	4.3.2	Calidad del aire y el agua	Emisiones de gases y líquidos tóxicos durante la operación	Daños a la calidad del aire y el agua para la comunidad	1	Utilizar equipos que cumplan con estándares sostenibles para reducir la afectación	4	3
	4.3.3	Consumo de agua	Uso de sistemas de enfriamiento con un consumo mínimo de agua	Conservar el recurso y proteger el abastecimiento de las comunidades	3	Promover el uso de tecnologías más eficientes que no utilicen agua	5	2
	4.3.4	Desplazamiento del agua sanitaria	Disposición adecuada de aguas pluviales	Evita la saturación de los suelos	3	Realizar un estudio de impacto ambiental para asegurar la efectividad del sistema seleccionado	5	2
<b>4.4 Consumo</b>								
	4.4.1	Reciclaje y reutilización	Los proyectos cuentan con áreas designadas	Reduce la necesidad de materias primas para	3	Implementar principios de economía circular	5	2

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto potencial	Puntuación de impacto antes	Respuesta propuesta	Puntuación de impacto después	Cambio
			para el reciclaje y separación de desechos	creación de nuevos productos		para eliminar el desperdicio		
	4.4.2	Disposición	No se incluye como criterio de selección de constructoras la disposición responsable de residuos	Contaminación por residuos de materiales de construcción	1	Solicitar un plan de disposición de estos desechos a las compañías constructoras	5	4
	4.4.3	Contaminación y polución	Los equipos generan ruido	Contaminación sónica	1	Mitigar el ruido mediante la insonorización de los espacios que contengan estos equipos	4	3
	4.4.4	Generación de residuos	No existe un plan para reducir los residuos durante la construcción	Mayor porcentaje de desperdicio	1	Solicitar plan de reducción de residuos a las constructoras	4	3
<b>Promedio del planeta</b>					<b>1.8</b>		<b>4.8</b>	<b>3.0</b>

## 5 Impactos a la prosperidad (económicos)

### 5.1 Análisis del caso de negocio

5.1.1	Modelado y simulación	Se necesita mejorar el control y seguimiento del proyecto para cumplir con los objetivos	Impactos negativos en costo y tiempo de ejecución	1	Mejorar los procesos de control y seguimiento para supervisar el progreso del proyecto	4	3
5.1.2	Valor presente	Se analizan los beneficios por obtener por el proyecto	Alineación con los objetivos financieros y los objetivos del proyecto durante su gestión	3	Debe darse mayor seguimiento y utilizar métricas e índices de desempeño	5	2

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto potencial	Puntuación de impacto antes	Respuesta propuesta	Puntuación de impacto después	Cambio
	5.1.3	Beneficios financieros directos	No se tiene conocimiento en el equipo de proyecto sobre los beneficios financieros del proyecto	Falta de compromiso del equipo de proyecto	1	Comunicar a las personas colaboradoras sobre el impacto financiero de los proyectos en que participan	3	2
	5.1.4	Retorno sobre la inversión	Faltan KPI y métricas para evaluar el progreso del proyecto	Dificultad en identificar las variaciones	1	Debe darse mayor seguimiento y utilizar métricas e índices de desempeño	5	4
	5.1.5	Relación beneficio-costos	Falta análisis para la toma de decisiones informadas	Puede impactar negativamente los beneficios económicos del proyecto	1	Implementar un análisis costo beneficio para aquellas decisiones con impacto económico	3	2
	5.1.6	Tasa interna de retorno	Se realizan análisis periódicos	Los directivos pueden tomar acciones para garantizar un ROI beneficioso	4	Definir estrategias para que implemente la oficina de proyectos	5	1
<b>5.2 Agilidad del negocio</b>								
	5.2.1	Flexibilidad/Opcionalidad	Los requerimientos del proyecto pueden cambiar	Frustración del equipo de trabajo del proyecto	1	Utilizar un enfoque híbrido en la gestión de proyectos	4	3
	5.2.2	Flexibilidad del negocio	Necesidad de mayor agilidad de respuesta a imprevistos	Retrabajos por un enfoque de proyecto poco ágil	2	Cambiar el enfoque del proyecto a una metodología híbrida	4	2
<b>5.3 Estimulación económica</b>								



<b>Categoría</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Elemento</b>	<b>Descripción (Causa)</b>	<b>Impacto potencial</b>	<b>Puntuación de impacto antes</b>	<b>Respuesta propuesta</b>	<b>Puntuación de impacto después</b>	<b>Cambio</b>
	5.3.1	Impacto económico local	Los centros de datos atraen inversión	Mayor crecimiento de los ingresos económicos	3	Plan de atracción de inversión	5	2
	5.3.2	Beneficios indirectos	No hay visibilidad de estos beneficios indirectos para las personas colaboradoras	Mejorar su compromiso	1	Se deben comunicar los beneficios indirectos del negocio a las personas colaboradoras	4	3
<b>Promedio de Prosperidad</b>					<b>1.8</b>		<b>4.2</b>	<b>2.4</b>
<b>Promedio general</b>					<b>2.1</b>		<b>4.6</b>	<b>2.5</b>

*Nota.* Matriz de análisis de impacto P5. Adaptado de *GPM* (2023), <https://gpmlatam.org/estandares/el-estandar-p5-para-la-sostenibilidad-en-la-gestion-de-proyectos/>

De la tabla de análisis del P5 se pueden extraer los impactos que genera el proyecto en las diferentes categorías. En cuanto a los impactos del producto, se muestra como un potencial riesgo la generación de basura una vez que los centros de datos hayan cumplido su vida útil, por lo que es importante implementar medidas de mantenimiento de equipos y reciclaje de desechos.

En cuanto a los procesos, la falta de eficacia y eficiencia puede generar costos adicionales y deficiencias de calidad durante el diseño y operación de los centros de datos. Por lo tanto, mejorar los procedimientos de gestión de proyectos y capacitar a las personas colaboradoras puede solucionar estos problemas. Por otro lado, mantener la equidad de los procesos garantiza la inclusión y colaboración del equipo de trabajo.

En cuanto al impacto en las personas, el impacto negativo es menor, aunque siempre se pueden incluir respuestas de mejora. Por ejemplo, los centros de datos tienen la posibilidad de tener un mejor apoyo a las comunidades donde se implementan. A lo interno, es importante reforzar la inclusión, las políticas de no discriminación y la continua capacitación y crecimiento profesional de las personas involucradas en la industria.

El impacto al planeta es significativo, ya que la necesidad de operación continua de los centros de datos demanda el uso de equipos y procesos que emiten CO<sub>2</sub> y consumen grandes cantidades de energía. Es importante reducir el impacto a través del uso de fuentes de energía renovables y tecnologías limpias y más eficientes.

Por último, el impacto en la prosperidad muestra que es necesario mejorar la agilidad del negocio para poder responder rápidamente a los cambios producto de la innovación continua de la industria. Además, se puede optimizar el impacto económico local al diseñar un plan de

atracción de inversión en el ámbito de municipio para fomentar otros proyectos que traigan oportunidades de empleo a la localidad.

#### **4.11. Relación del proyecto con las dimensiones del desarrollo regenerativo**

Con la validación en el campo del desarrollo regenerativo se puede evaluar si las estrategias que se utilizan resultan efectivas. Las prácticas de desarrollo regenerativo en la industria de centros de datos son bastante nuevas. Sin embargo, teniendo en cuenta que el desarrollo regenerativo busca soluciones para largo plazo que promuevan la regeneración y mejora de los recursos, se puede deducir que, debido a que los centros de datos consumen grandes cantidades de energía y generan una huella ambiental significativa, las estrategias regenerativas deben enfocarse en minimizar este impacto.

A continuación, se evalúa el impacto de los centros de datos en la dimensión ambiental, social, económica, cultural, política y espiritual.

##### ***4.11.1. Dimensión ambiental***

- ¿Cómo está diseñado mi proyecto para restaurar lo que ya ha sido dañado en el ámbito ambiental?

A partir de compromisos voluntarios con los municipios donde se encuentran establecidos los centros de datos, se toman medidas para designar en el área libre del predio una propuesta de paisajismo utilizando especies autóctonas para restaurar la flora. En otros casos, se han tomado medidas para el tratamiento de las aguas residuales, de manera que su retorno al manto acuífero sea de agua limpia.

- ¿Cómo se afectan los límites planetarios con mi proyecto? (biodiversidad, cambio climático, acidificación de los océanos, fósforo y nitrógeno (agroquímicos), agua dulce, cambio en el uso de la tierra y el ozono).

La biodiversidad se ve afectada en el sentido de que para la implementación de los centros de datos se necesitan grandes áreas de terreno. Esto implica modificar el entorno e influir en el desplazamiento de la fauna y la destrucción de la flora.

El cambio climático se ve impactado, pues estos proyectos necesitan mucha energía para funcionar y los sistemas de respaldo energético utilizan combustibles fósiles, los cuales emiten CO<sub>2</sub>, un gas responsable del efecto invernadero. En el caso de la acidificación de los océanos, al igual que la razón del punto anterior, la generación de CO<sub>2</sub> tras la quema de combustibles fósiles impacta este límite planetario.

Los ciclos del fósforo y el nitrógeno se ven afectados por la concentración de gases de efecto invernadero. Los centros de datos emiten CO<sub>2</sub> y utilizan refrigerantes, lo que puede contribuir a la emisión de gases que alteren este ciclo. El cambio en el uso del suelo es uno de los límites planetarios más impactados por la construcción de los centros de datos, ya que deben modificarse los terrenos, lo cual cambia drásticamente el paisaje natural.

El uso de agua dulce se requiere para el enfriamiento de los equipos. Si la gestión de este recurso no es adecuada y si no se utilizan equipos eficientes, puede aumentar la demanda de este recurso y afectar la disponibilidad de abastecimiento de las comunidades. La contaminación química puede darse por el uso de refrigerantes y una disposición inadecuada de los residuos, los cuales pueden filtrarse al suelo, lo que genera contaminación.

La carga de aerosoles en la atmósfera puede producirse también por el uso de refrigerantes en los sistemas de enfriamiento. Lo anterior aumenta la cantidad de estos gases en el aire y genera impactos negativos en la calidad del aire si las emisiones son significativas. La introducción de nuevas entidades puede ocurrir por el uso de químicos de limpieza, refrigerantes mencionados en puntos anteriores y químicos para las baterías.

#### ***4.11.2. Dimensión social***

- ¿Cómo mi proyecto promueve una vida digna a todos los habitantes del planeta? – según ODS.

El desarrollo de proyectos de centros de datos, como se mencionó en el análisis de los ODS, contribuye a generar empleo y a atraer nuevas inversiones, lo cual permite que las personas tengan mayor capacidad adquisitiva para satisfacer sus necesidades básicas. Por otro lado, los centros de datos propician oportunidades de prosperidad y acceso a la tecnología en las áreas de educación, salud e innovación tecnológica. Esto, a la vez, promueve el desarrollo de infraestructura para adquirir energía no contaminante para sus operaciones secundarias.

#### ***4.11.3. Dimensión económica***

- ¿Cómo incorpora mi proyecto, desde su diseño, la generación de beneficios a las personas menos favorecidas?

La empresa promueve oportunidades de empleo y cumple con las regulaciones municipales que exigen contratar al menos un 30 % de mano de obra local para la construcción y operación.

- ¿Cómo mi proyecto disminuye la brecha económica?

Estos proyectos se alinean con la meta de garantizar igualdad de oportunidades, ya que promueven la inclusión de todas las personas sin importar su edad, sexo, discapacidad, raza, origen, religión o situación económica.

- ¿Cómo mi proyecto utiliza medios de intercambio distintos a las monedas tradicionales?

En algunas transacciones se puede utilizar otros medios de intercambio, como el *Bitcoin*. Este tiene como beneficio la integridad de las transacciones y ayuda a evitar fraudes, estafas o falsificaciones, según menciona Deel (s. f.).

#### **4.11.4. Dimensión espiritual**

- ¿Cómo mi proyecto propicia el contacto de los seres humanos con la naturaleza?

No se hace, aunque se destina un 25 % del área del predio donde se ubican no es una meta ni enfoque de la industria. Pueden implementarse como propuestas espacios en el proyecto que impulsen la biofilia.

- ¿Cómo propicia mi proyecto el contacto de los seres humanos con otros seres humanos para compartir en condición de iguales, sin juicios y escuchar activamente el uno del otro?

El ambiente laboral es inclusivo y equitativo y se ofrecen oportunidades de desarrollo profesional de acuerdo con el desempeño. Se busca promover una cultura de trabajo colaborativa que facilite la comunicación entre las personas de forma respetuosa.

- ¿Cómo mi proyecto fomenta espacios de descanso y meditación?

Los centros de datos en el paradigma actual no contemplan espacios adicionales a sus necesidades técnicas y operativas.

- ¿Cómo mi proyecto propicia espacios de reflexión para mirar hacia adentro y mejorar mis habilidades esenciales?

No cuentan con espacios físicos diseñados para esto, sin embargo, se realizan talleres de capacitación al personal más joven para mejorar sus habilidades blandas y aumentar su crecimiento profesional.

#### ***4.11.5. Dimensión cultural***

- ¿Cómo fortalece o afecta mi proyecto las expresiones artísticas o culturales del país o la región en la que se desarrolla?

Los centros de datos tienen una posición neutral frente a las actividades de expresión artística y cultural del país o región en que se desarrollan. No las promueven ni las impiden, sin embargo, sin los centros de datos, no pueden funcionar las plataformas o herramientas digitales en línea para estos fines.

- ¿Cómo se involucra o excluye el conocimiento de las personas adultas mayores?

Se involucra al tener políticas de inclusión y equidad para la participación de todas las personas colaboradoras, sin importar su edad, raza, género, religión o procedencia.

- ¿Cómo protege o afecta mi proyecto el entorno visual y auditivo del lugar donde se desarrolla?

Los centros de datos definitivamente afectan el entorno visual y auditivo del lugar donde se emplazan. Al ser estructuras enormes cargadas de equipos, se debe contrarrestar la posible incomodidad que pueden causar a las comunidades. Para esto, el diseño se apega a las

normativas vigentes de los municipios y se utilizan materiales de insonorización en los cuartos donde se encuentran estos equipos.

- ¿Cómo mi proyecto respeta o invade las costumbres de las poblaciones en las que se desarrolla?

Los centros de datos invaden las costumbres propias de las poblaciones al modificar el uso del suelo de los lugares donde se emplazan. Esto hace que cambien las actividades que solían desarrollarse en la zona y, aunque sea una fuente de atracción para futuras inversiones y crecimiento económico, pueden causar resistencia en la comunidad para su aceptación.

#### ***4.11.6. Dimensión política***

- ¿Cómo mi proyecto beneficia que los ciudadanos participen en el diseño de su propio futuro?

Facilitando el acceso a plataformas digitales educativas que promueven el desarrollo personal y profesional, permiten el trabajo remoto y el aprendizaje de nuevas habilidades.

- ¿Cómo mi proyecto empodera a mujeres y jóvenes para tomar posiciones de liderazgo?

Los centros de datos promueven la inclusión de mujeres en la industria. Aunque la participación actual en el ámbito de industria es relativamente baja en comparación con los hombres, dentro de la empresa se fomenta la participación de las mujeres a partir de políticas y prácticas inclusivas, como que al menos el 50 % de la planilla deben ser mujeres.

- ¿Cómo involucra o excluye mi proyecto la voz de las personas autóctonas de la zona en la que se desarrolla, sin importar su nivel o clase social?



Los centros de datos deben atender las legislaciones de los municipios. Según la localidad, se exige que el periodo de obtención de permisos sea acompañado de una participación ciudadana en la cual se abre un foro de preguntas y se escuchan las preocupaciones de los vecinos.

## Lista de referencias

Ayomaya, B. (2020). *Data center for Beginners: a beginner guide towards understanding data center Design (data center Design Guide)*. Independently published.

BBVA. (2022, 16 de noviembre). *¿Qué es la sostenibilidad social? La importancia de que existan oportunidades para todos*. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-sostenibilidad-social-la-importancia-de-que-existan-oportunidades-para-todos/>

Cancela, R.; Celia, N.; Galindo, G. y Valilla Sara. (2010). *Metodología de la Investigación Educativa: Investigación ex post facto*. Universidad Autónoma de Madrid.  
[http://www.uam.es/personal\\_pdi/jmurillo/InvestigaciónEE/Presentaciones/Curso\\_10/EX-POST-FACTO\\_Trabajo.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/jmurillo/InvestigaciónEE/Presentaciones/Curso_10/EX-POST-FACTO_Trabajo.pdf)

Datacenter Dynamics. (2021, Diciembre 02). *Edge Data Centers: cada vez más cerca de nosotros y de ser una realidad en Latam*. Datacenter Dynamics:  
<https://www.datacenterdynamics.com/es/features/edge-data-centers-cada-vez-m%C3%A1s-cerca-de-nosotros-y-de-ser-una-realidad-en-latam/>

Datacenter Dynamics. (2024, Febrero 28). *DCD presenta estudio de mercado sobre la construcción de Data Centers en Latinoamérica*. Datacenter Dynamics:  
<https://www.datacenterdynamics.com/es/features/dcd-presenta-estudio-de-mercado-sobre-la-construccion-de-data-centers-en-latinoamerica/>

Dawn-Hiscox, T. (2022, 06 de octubre). *¿Qué es un Data Center Hiperescala?* Data Center Dynamics. <https://www.datacenterdynamics.com/es/features/qu%C3%A9-es-un-data-center-de-hiperescala/>

Equipo Editorial Etecé. (2022, 5 de mayo). Técnicas de investigación. Concepto.de. <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/>

Espínola, J. S. (2023, 12 de mayo). *Método deductivo*. Enciclopedia Humanidades. <https://humanidades.com/metodo-deductivo/>

Etecé Equipo Editorial. (2022, 12 de agosto). *Fuentes de información*. Concepto.de. <https://concepto.de/fuentes-de-informacion/>

Geng, H. (2015). *Data Center Handbook*. John Wiley & Sons, Inc.

Green4T. (2023, 24 de febrero). *Cómo apoya la infraestructura híbrida el crecimiento de la economía digital*. Green4T. <https://www.green4t.com/es/insights/como-apoya-la-infraestructura-hibrida-el-crecimiento-de-la-economia-digital/>

Hayes Munson, K. A. (2012). *How do you know the status of your project? Project monitoring and controlling*. Paper presented at PMI® Global Congress 2012—North America, Vancouver, British Columbia, Canada. Newtown Square, PA: Project Management Institute

Holliday, M. (2021, 12 de diciembre). *Data Storytelling: Next-Level Analytical Skills*. Netsuite. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/data-warehouse/data-storytelling.shtml>

- Identidad y Desarrollo (Idyd). (2019, 25 de enero). *Técnicas y Herramientas de investigación*.  
<https://identidadydesarrollo.com/herramientas-de-investigacion-de-identidad-y-desarrollo/>
- Instituto Europeo de Posgrado (IEP). (2020, 13 de febrero). *¿Qué es el método Delphi?*  
<https://iep.edu.es/que-es-metodo-delphi/>
- Kerzner, H. (2017). *Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards: A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance*. Wiley.
- Lamadrid, N. (2023, 7 de abril). *5 herramientas de seguimiento de los proyectos valiosas para tu empresa*. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/5-herramientas-de-seguimiento-proyectos-valiosas-para-lamadrid/?originalSubdomain=es>
- López, L. (2020, 31 de agosto). *¿Qué son los centros de datos y cuál es su importancia?*  
LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-son-los-centros-de-datos-y-cu%C3%A1-es-su-importancia-lopez-olivera/?originalSubdomain=es>
- Luna González, M. (2017, 27 de julio). *Control de supuestos en los proyectos*. LinkedIn.  
<https://www.linkedin.com/pulse/control-de-supuesto-en-los-proyectos-marcelo-luna-gonzalez/?originalSubdomain=es>
- Mata Solís, L. D. (2019, 26 de noviembre). *Marco metodológico de investigación*. Investigalia.  
<https://investigaliacr.com/investigacion/marco-metodologico-de-investigacion/>
- Navarro, J. M. (2023, 9 de abril). *Algunos ejemplos de indicadores en un proyecto para su seguimiento y evaluación*. Revista digital Inesem.

<https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-empresarial/indicadores-de-seguimiento-y-control-de-proyectos/>

ONU. (2023). *Los ODS en acción*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

<https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>

Ortega, C. (s. f.). *Análisis de contenido: Qué es y cómo funciona en los estudios cualitativos*.

QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/analisis-de-contenido/>

Pérez, A. (2021, 25 de marzo). *Cómo afrontar la etapa de seguimiento y control de mi proyecto*.

OBS Business School. <https://www.obsbusiness.school/blog/como-afrontar-la-etapa-de-seguimiento-y-control-de-mi-proyecto>

ProjectCor. (s. f.). *Cómo Reducir la Cantidad de Versiones de un Entregable*.

<https://projectcor.com/es/blog/como-reducir-la-cantidad-de-versiones-de-un-entregable/>

Ramos Chayoga, E. (2021, 16 de noviembre). *Métodos y técnicas de investigación*. Gestipolis.

<https://www.gestipolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>

Real Academia Española. (s. f.). *Supuesto*. Diccionario de la lengua española.

<https://dle.rae.es/supuesto>

Reyes, L. (2017, 18 de mayo). *Cómo medir la madurez de tu PMO*. LinkedIn.

<https://www.linkedin.com/pulse/c%C3%B3mo-medir-la-madurez-de-tu-pmo-leonardo-reyes-torres/?originalSubdomain=es>

Rivas, A. (2022, 9 de septiembre). *Marco metodológico: ¿Cómo redactar y cuál es su*

*estructura?* Normas APA. <https://normasapa.in/marco-metodologico/>

- Rodriguez, D. (s.f.). *4 perspectivas del Balanced Scorecard: ejemplos*. Gestion.pensemos:  
<https://gestion.pensemos.com/cuales-son-las-perspectivas-del-balanced-scorecard-ejemplos>
- Salapatras, J. N. (2000). *Best practices—the nine elements to success*. Paper presented at Project Management Institute Annual Seminars & Symposium. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
- Sánchez, J. (2023, 24 de marzo). *KPI algo más que una métrica*. LinkedIn.  
<https://www.linkedin.com/pulse/kpi-es-algo-mas-que-una-m%C3%A9trica-jorge-s%C3%A1nchez-l%C3%B3pez/?originalSubdomain=es>
- Suarez, E. (2023, 27 de marzo). *Fuentes primarias y secundarias: la guía definitiva*. Experto Universitario. <https://expertouniversitario.es/blog/fuentes-primarias-y-secundarias/>
- Team Asana. (2022, 5 de noviembre). *Las 6 restricciones de un proyecto y cómo abordarlas para tener éxito*. Asana. <https://asana.com/es/resources/project-constraints>
- Thai, J. (2022, 28 de octubre). *Cómo crear un informe de estado del proyecto eficaz en tan solo ocho pasos*. Asana. <https://asana.com/es/resources/how-project-status-reports>
- TUTFG. (2023). *¿Qué son las fuentes de información y cuántos tipos hay?*  
<https://tutfg.es/fuentes-de-informacion/>
- Universidad Europea. (2022, 24 de junio). *Blog de la Universidad Europea*. Universidad Europea. <https://universidadeuropea.com/blog/que-es-sostenibilidad-ambiental/>

## Anexos

### Anexo 1. Acta (chárter) del PFG

#### ACTA DE LA PROPUESTA DE PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)

1. Nombre del (de la) estudiante.

Melissa Natacha Rodríguez García

2. Nombre del PFG

Propuesta de procesos, técnicas y herramientas para el control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos.

3. Área temática del sector o actividad.

Construcción-Diseño

4. Firma de la persona estudiante

Melissa Natacha Rodríguez García

5. Nombre de la persona docente SG.

Álvaro Mata Leitón

6. Firma de la persona docente

7. Fecha de la aprobación del Acta:

8. Fecha de inicio y fin del proyecto

Octubre 2023	Marzo 2024
--------------	------------

### 9. Pregunta de investigación

¿Cómo pueden mejorarse los procesos de seguimiento y control en los proyectos de diseño de centros de datos para tener mayor eficiencia, mejorar la calidad de los entregables y la exactitud de los avances del proyecto?

### 10. Hipótesis de investigación

Mediante la implementación efectiva de procesos, técnicas y herramientas de seguimiento y control en proyectos de diseño de centros de datos se puede mejorar la eficiencia de la ejecución de los entregables y optimizar la calidad de estos. Además, se obtiene un panorama más exacto del avance del diseño.

### 11. Objetivo general

Proponer procesos, técnicas y herramientas eficientes y efectivas de seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos. Con el fin de que se mejore la eficiencia de ejecución, se reduzcan retrasos, reprocesos y se eleve la calidad de los entregables.

### 12. Objetivos específicos

1. Investigar acerca de los procesos de diseño de los centros de datos, con el fin de que se entienda el trabajo que implica, las disciplinas involucradas y las restricciones asociadas.
2. Realizar una investigación acerca de las metodologías de control y seguimiento durante la gestión de proyectos con el fin de que se identifiquen las más efectivas para este tipo de proyectos de diseño de centros de datos.
3. Identificar los principales riesgos y desafíos que se presentan durante la etapa de diseño de los centros de datos para que se establezcan las metodologías que permitan monitorear adecuadamente estas restricciones.



4. Proponer procesos, técnicas y herramientas específicas, efectivas y eficientes para el seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos, lo que incluye recomendaciones para su implementación, con el fin de que se estandarice su aplicación y se mejoren los resultados.

### 13. Justificación del PFG

La importancia de los centros de datos crece rápidamente debido a la necesidad de contar con infraestructura eficiente capaz de procesar y almacenar cantidades de datos masivas propias de los servicios digitales. Este tipo de proyectos suelen ser complejos, pues involucran muchas variables, disciplinas y grupos de interesados, por lo que requieren control y seguimiento especializado en la fase de diseño para cumplir con los requisitos de tiempo, alcance, presupuesto y calidad.

Este proyecto final de graduación está dirigido a solventar una carencia de procesos estandarizados de control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos dentro del lugar de trabajo. Como tal tiene una aplicación directa en la práctica cotidiana de la empresa, lo que permite gestionar de manera eficiente y efectiva el diseño de estos proyectos.

14. Estructura de desglose de trabajo (EDT). En forma tabular, que describa el entregable principal y los secundarios -productos o servicios que genera el PFG-.

#### 1. PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

##### 1.1. Inicio de proyecto final de graduación

##### 1.2. Seminario de graduación

##### 1.2.1. Investigación preliminar

##### 1.2.1.1. Selección del tema

##### 1.2.1.2. Selección de literatura

##### 1.2.1.2.1. Literatura de gestión de proyectos

- 1.2.1.2.2. Literatura de diseño de centros de datos
- 1.2.1.2.3. Literatura de control y seguimiento de los proyectos
- 1.2.2. Desarrollo de la Guía de PFG
  - 1.2.2.1. Acta de proyecto
    - 1.2.2.1.1. Introducción
    - 1.2.2.1.2. Definición de objetivos
    - 1.2.2.1.3. Delimitación del proyecto
    - 1.2.2.1.4. Supuestos
    - 1.2.2.1.5. Restricciones
    - 1.2.2.1.6. Riesgos
    - 1.2.2.1.7. Cronograma
    - 1.2.2.1.8. Definición de marco teórico
      - 1.2.2.1.8.1. Avance 1
        - 1.2.2.1.8.1.1. Estado de la cuestión
        - 1.2.2.1.8.1.2. Definición de marco conceptual
        - 1.2.2.1.8.1.3. Definición de marco metodológico
      - 1.2.2.1.8.2. Avance 2
        - 1.2.2.1.8.2.1. Temas específicos de *data center*

1.2.2.1.8.2.2. Herramientas y procesos específicos para DC

1.2.2.2. Integración de documento Guía de PFG

1.2.2.2.1. Subsanación de observaciones previas

1.2.2.2.2. Revisión del docente

1.2.2.2.3. Subsanación final de observaciones

1.2.2.2.4. Aprobación de seminario de graduación

1.3. Desarrollo del proyecto final de graduación

1.3.1. Asignación de tutor

1.3.1.1. Asignación de tutor responsable

1.3.1.2. Reunión de *kick off*

1.3.1.3. Definición de plan de comunicación

1.3.2. Avances del desarrollo del PFG

1.3.2.1. Avance 1

1.3.2.1.1. Documentación de requisitos para el diseño de centros de datos

1.3.2.1.2. Entrega de avance 1

1.3.2.1.3. Revisión del tutor

1.3.2.1.4. Emisión de observaciones del tutor

1.3.2.1.5. Subsanación de observaciones

1.3.2.2. Avance 2

1.3.2.2.1. Documentación de metodología de seguimiento y control de los proyectos

1.3.2.2.2. Entrega de avance 2

1.3.2.2.3. Revisión del tutor

1.3.2.2.4. Emisión de observaciones del tutor

1.3.2.2.5. Subsanación de observaciones

1.3.2.3. Avance 3

1.3.2.4. Elaboración de matriz de riesgos para proyectos de diseño de centros de datos

1.3.2.4.1. Entrega de avance 3

1.3.2.4.2. Revisión del tutor

1.3.2.4.3. Emisión de observaciones del tutor

1.3.2.4.4. Subsanación de observaciones

1.3.2.5. Avance 4

1.3.2.5.1. Propuesta de herramientas, técnicas y procesos para el control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos

1.3.2.5.2. Entrega de avance 4

1.3.2.5.3. Revisión del tutor

1.3.2.5.4. Emisión de observaciones del tutor

- 1.3.2.5.5. Subsanación de observaciones
  
- 1.3.2.6. Avance 5
  - 1.3.2.6.1. Elaboración de recomendaciones para la divulgación e implementación
  - 1.3.2.6.2. Entrega de avance 5
  - 1.3.2.6.3. Revisión del tutor
  - 1.3.2.6.4. Emisión de observaciones del tutor
  - 1.3.2.6.5. Subsanación de observaciones
  
- 1.3.2.7. Avance 6
  - 1.3.2.7.1. Ejecución de Conclusiones y recomendaciones
  - 1.3.2.7.2. Entrega de avance 6
  - 1.3.2.7.3. Revisión del tutor
  - 1.3.2.7.4. Emisión de observaciones del tutor
  - 1.3.2.7.5. Subsanación de observaciones
  
- 1.3.3. Revisión de lectores del PFG
  - 1.3.3.1. Solicitud de asignación
  - 1.3.3.2. Aprobación de asignación
  - 1.3.3.3. Revisión 1
    - 1.3.3.3.1. Envío de PFG para revisión de lectores

- 1.3.3.3.2. Revisión del PFG por lectores
- 1.3.3.3.3. Emisión de observaciones por lectores
- 1.3.3.3.4. Subsanación de observaciones
- 1.3.3.3.5. Envío de PFG subsanado
- 1.3.3.4. Revisión 2
  - 1.3.3.4.1. Revisión del PFG por lectores
  - 1.3.3.4.2. Emisión de observaciones por lectores
  - 1.3.3.4.3. Subsanación de observaciones
  - 1.3.3.4.4. Envío de PFG subsanado
  - 1.3.3.4.5. Aprobación de documento
- 1.4. Evaluación por Tribunal Examinador
  - 1.4.1. Proceso administrativo
    - 1.4.1.1. Conclusión de requisitos administrativos
    - 1.4.1.2. Conclusión de requisitos académicos
  - 1.4.2. Proceso de evaluación del PFG
    - 1.4.2.1. Evaluación del PFG
    - 1.4.2.2. Aprobación por el Tribunal Examinador
- 1.5. Fin de proyecto final de graduación

15. Presupuesto del PFG

Presupuesto de PFG

Costos administrativos \$300

Adquisición de material literario para la investigación \$265.00

Contratación de filólogo para revisión del documento \$200.00

Impresión de proyecto final de graduación \$100.00

Total \$865.00

16. Supuestos para la elaboración del PFG

1. El tiempo otorgado por la UCI es suficiente para desarrollar el PFG
2. Se cuenta con los recursos económicos para desarrollar el PFG
3. Existe suficiente documentación del tema de investigación
4. La comunicación entre los interesados es fluida

17. Restricciones para la elaboración del PFG

1. El tiempo de trabajo para la ejecución del PFG es reducido debido a jornada laboral
2. Pueden darse restricciones de acceso a herramientas digitales de control y seguimiento por su alto costo.
3. Pueden existir restricciones de acceso a datos para estudio de casos referentes a los indicadores de desempeño de los proyectos de la organización
4. El tiempo de los gerentes de proyecto se reduce para atender entrevistas.

18. Descripción de riesgos de la elaboración del PFG.

1. Debido al tiempo de trabajo reducido producto de la jornada laboral pueden impactarse los plazos de entrega o calidad de los entregables.
2. Debido a la complejidad del diseño de los centros de datos la investigación puede tomar más tiempo e impactar el plazo de ejecución del PFG

3. Debido al alto conocimiento y experiencia técnica que demanda el diseño de centros de datos, si no se cuenta con esta experiencia puede verse impactada la calidad de síntesis y comprensión del PFG.

4. Debido a la poca disponibilidad del personal técnico sénior para realizar entrevistas de la investigación pueden verse impactados por imprevistos laborales los tiempos de obtención y procesamiento de datos, impactando el plazo y calidad del PFG.

## 19. Principales hitos del PFG

Nombre de la tarea	Fin
1.2.1 Inicio de seminario de graduación	31-08-2023
1.2.3.3.5 Aprobación de seminario de graduación	19-10-2023
1.3.2.1 Asignación de tutor responsable	26-10-2023
1.3.2.3 Reunión de <i>kick off</i> con tutor responsable	30-10-2023
1.3.3.8 Fin de avances	22-01-2024
1.3.4.3 Aprobación de asignación de lectores	30-01-2024
1.3.4.6 Aprobación de PFG por lectores	21-02-2024
1.4.2.4 Aprobación de PFG por Tribunal Examinador	13-03-2024

## 20. Marco teórico

### 20.1 Estado de la cuestión

Existía una brecha en los procesos de gestión que se atribuyó al crecimiento acelerado que ha tenido la compañía los últimos 2 años. En donde, la empresa se enfocó en resolver las necesidades inmediatas sin proyección a actualizar sus procedimientos de gestión de acuerdo con la alta demanda que se tenía.

Se detectó una debilidad en el cumplimiento en tiempo y forma de los entregables de diseño por parte del equipo de trabajo. No había trazabilidad de los avances para poder monitorear el progreso de los equipos y realizar pronósticos que permitieran medir la probabilidad de completar los requisitos para cada entrega.

El ambiente colaborativo entre departamentos era débil, lo cual generaba problemas de información y alineación entre los equipos.



La comunicación y presentación de avances a los clientes o patrocinadores del proyecto no reflejaba los compromisos establecidos en el plan de proyecto. Además, no se tenía una idea clara de las herramientas de presentación y comunicación del progreso del diseño de los centros de datos.

A partir de lo anterior, se vio la necesidad de crear una propuesta de técnicas, herramientas y procesos para el control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos, complementando, a la vez, con personalizar esto a un enfoque de gestión más adaptativo en la etapa del diseño y con encontrar la manera adecuada de presentar el avance a los ejecutivos de forma eficiente y efectiva para garantizar el manejo correcto de la información para estos interesados.

## 20.2 Marco conceptual básico

KPI

Métricas

Seguimiento

Control

Desempeño

Enfoque híbrido

Adaptabilidad

Incremental

Calidad

Alineación

Hojas de control

Criterios de aceptación

## 21. Marco metodológico

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Método de investigación	Herramientas	Restricciones
1. Investigar acerca de los procesos de diseño de los centros de datos, con el fin de que se entienda el trabajo que implica, las disciplinas involucradas y las restricciones asociadas.	Componentes y requisitos para definir el diseño de centros de datos.	<p>Entrevistas</p> <p>Geng, H. (2015). <i>Data center Handbook</i>. John Wiley &amp; Sons, Inc.</p> <p>López, L. (2020, 31 de agosto). <i>¿Qué son los centros de datos y cuál es su importancia?</i> LinkedIn.  <a href="https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-son-los-centros-de-datos-y-cu%C3%A1l-es-su-importancia-lopez-olivera/?originalSubdomain=es">https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-son-los-centros-de-datos-y-cu%C3%A1l-es-su-importancia-lopez-olivera/?originalSubdomain=es</a></p>	Abstracción	<p>Observación</p> <p>Análisis del producto</p> <p>Requisitos en proyectos similares</p> <p>Investigación documental</p> <p>Diagramas de flujo</p>	La investigación puede requerir un conocimiento técnico avanzado, la falta de conocimiento puede limitar la capacidad para sintetizar adecuadamente los procesos de diseño de centros de datos
2. Realizar una investigación acerca de las metodologías de control y seguimiento durante la gestión de proyectos, con el fin de que se identifiquen las más efectivas para este tipo de proyectos de diseño de centros de datos.	Metodologías de control y seguimiento aplicables a proyectos de diseño de centros de datos.	<p>Hayes Munson, K. A. (2012). <i>How do you know the status of your project? Project monitoring and controlling</i>. Paper presented at PMI® Global Congress 2012—North America, Vancouver, British Columbia, Canada. Newtown Square, PA: Project Management Institute.</p>	<p>Deductivo</p> <p>Abstracción</p>	<p>Investigación documental</p> <p>Análisis de contenido</p>	La adquisición de posibles herramientas digitales para la investigación es costosa y puede limitar el acceso a experimentación con estas.

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Método de investigación	Herramientas	Restricciones
		<p>Pérez, A. (2021, 25 de marzo). <i>Cómo afrontar la etapa de seguimiento y control de mi proyecto</i>. OBS Business School. <a href="https://www.obsbusiness.school/blog/como-afrontar-la-etapa-de-seguimiento-y-control-de-mi-proyecto">https://www.obsbusiness.school/blog/como-afrontar-la-etapa-de-seguimiento-y-control-de-mi-proyecto</a></p> <p>Salapatas, J. N. (2000). <i>Best practices—the nine elements to success</i>. Paper presented at Project Management Institute Annual Seminars &amp; Symposium, Houston, TX. Newtown Square, PA: Project Management Institute.</p>			
3. Identificar los principales riesgos y desafíos que se presentan durante la etapa de diseño de los centros de datos para que se establezcan las metodologías que permitan monitorear adecuadamente estas restricciones.	Matriz de riesgos que se identifican en proyectos de diseño de centros de datos	<p>Entrevistas</p> <p>Geng, H. (2015). <i>Data center Handbook</i>. John Wiley &amp; Sons, Inc.</p> <p>Ayomaya, B. (2020). <i>Data center for Beginners: a beginner guide towards understanding data center Design (data center Design Guide)</i>. Independently published.</p>	<p>Método Delphi</p> <p>Abstracción</p>	<p>Observación</p> <p>Cuestionarios</p> <p>Entrevistas</p> <p>Investigación documental</p>	Pueden presentarse restricciones de disponibilidad de tiempo por los líderes de ingeniería para obtener de ellos la información relevante.

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Método de investigación	Herramientas	Restricciones
<p>4. Proponer procesos, técnicas y herramientas específicas, efectivas y eficientes para el seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos, lo que incluye recomendaciones para su implementación, con el fin de que se estandarice su aplicación y se mejoren los resultados.</p>	<p>Propuesta de procesos, técnicas y herramientas para el seguimiento y control de los proyectos de diseño de centros de datos.</p>	<p>Lamadrid, N. (2023, 7 de abril). <i>5 herramientas de seguimiento de los proyectos valiosas para tu empresa</i>. LinkedIn. <a href="https://www.linkedin.com/pulse/5-herramientas-de-seguimiento-proyectos-valiosas-para-lamadrid/?originalSubdomain=es">https://www.linkedin.com/pulse/5-herramientas-de-seguimiento-proyectos-valiosas-para-lamadrid/?originalSubdomain=es</a>            Kerzner, H. (2017). <i>Project Management Metrics, KPI, and Dashboards: a Guide to Measuring and Monitoring Project performance</i>. John Wiley &amp; Sons, Inc.            Navarro, J. M. (2023, 9 de abril). <i>Algunos ejemplos de indicadores en un proyecto para su seguimiento y evaluación</i>. Revista digital Inesem. <a href="https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-empresarial/indicadores-de-seguimiento-y-control-de-proyectos/">https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-empresarial/indicadores-de-seguimiento-y-control-de-proyectos/</a>            Thai, J. (2022, 28 de octubre). <i>Cómo crear un informe de estado del proyecto eficaz en tan solo ocho pasos</i>. Asana.</p>	<p>Deductivo  Abstracción</p>	<p>Lluvia de ideas  Lista de verificación  Investigación documental</p>	<p>El tiempo disponible para llevar a cabo la propuesta es limitado y puede afectar el alcance y profundidad de la propuesta.</p>

<b>Objetivo</b>	<b>Nombre del entregable</b>	<b>Fuentes de información</b>	<b>Método de investigación</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Restricciones</b>
		<a href="https://asana.com/es/resources/how-project-status-reports">https://asana.com/es/resources/how-project-status-reports</a>			

## 22. Validación del trabajo en el campo del desarrollo regenerativo y desarrollo sostenible.

Los centros de datos tienen un consumo energético importante, por lo que es necesario adoptar medidas para reducir su consumo y aumentar su eficiencia energética. Para alinear el desarrollo de estos proyectos con el desarrollo sostenible se incluye el uso de equipos y sistemas más eficientes en enfriamiento y gestión de energía, así como el uso de fuentes de energía renovable. Además, los centros de datos contribuyen al crecimiento económico al proporcionar empleos y apoyar la economía digital. Asimismo, contribuyen a la sostenibilidad social al proporcionar acceso a la información y apoyar la educación, la investigación, la innovación y el acceso digital a servicios básicos.

Respecto al desarrollo regenerativo se pueden observar acciones alineadas con sus principios. En el ámbito ecológico, se han implementado sistemas de generación de energía y enfriamiento que aprovechan los recursos residuales y reducen los desperdicios. En el ámbito social, se han promovido políticas de inclusión y equidad, como talleres y conferencias sobre el papel de las mujeres en la industria. En el ámbito político, se busca promover la transparencia en las negociaciones y cumplir con las regulaciones de los países donde se encuentran los centros de datos.

1. Métrica de emisiones CO<sub>2</sub>: permite evaluar y monitorear su desempeño en términos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> comparando con resultados previos.

Meta: se propone la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en un 50 %

2. Métrica de diversidad de género: se utiliza para medir y evaluar la igualdad de oportunidades y trato entre hombres y mujeres en el entorno laboral.

Meta: contratación de mujeres debe consistir en un 50 % de la planilla

3. Métrica de reducción de agua: esta métrica permite evaluar la cantidad de agua que se utiliza o extrae en comparación con un punto de referencia establecido

Meta: reducción de uso de agua para equipos de enfriamiento en un 70 %

## Anexo 2. EDT del PFG

Nivel	Actividad
<b>1</b>	<b>PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN</b>
1.1	Inicio de proyecto final de graduación
<b>1.2</b>	<b>Seminario de graduación</b>
1.2.1	Investigación preliminar
1.2.1.1	Selección del tema
1.2.1.2	Selección de literatura
1.2.1.2.1	Literatura de gestión de proyectos
1.2.1.2.2	Literatura de diseño de centros de datos
1.2.1.2.3	Literatura de control y seguimiento de los proyectos
1.2.2	Desarrollo de la Guía de PFG
1.2.2.1	Acta de proyecto
1.2.2.1.1	Introducción
1.2.2.1.2	Definición de objetivos
1.2.2.1.3	Delimitación del proyecto
1.2.2.1.4	Supuestos
1.2.2.1.5	Restricciones
1.2.2.1.6	Riesgos
1.2.2.1.7	Cronograma
1.2.2.1.8	Definición de marco teórico
1.2.2.1.8.1	Avance 1

Nivel	Actividad
1.2.2.1.8.1.1	Estado de la cuestión
1.2.2.1.8.1.2	Definición de marco conceptual
1.2.2.1.8.1.3	Definición de marco metodológico
1.2.2.1.8.2	Avance 2
1.2.2.1.8.2.1	Temas específicos de <i>data center</i>
1.2.2.1.8.2.2	Herramientas y procesos específicos para DC
1.2.2.2	Integración de documento Guía de PFG
1.2.2.2.1	Subsanación de observaciones previas
1.2.2.2.2	Revisión del docente
1.2.2.2.3	Subsanación final de observaciones
1.2.2.2.4	Aprobación de seminario de graduación
<b>1.3 Desarrollo del proyecto final de graduación</b>	
1.3.1	Asignación de tutor
1.3.1.1	Asignación de tutor responsable
1.3.1.2	Reunión de <i>kick off</i>
1.3.1.3	Definición de plan de comunicación
1.3.2	Avances del desarrollo del PFG
1.3.2.1	Avance 1
1.3.2.1.1	Documentación de requisitos para el diseño de centros de datos
1.3.2.1.2	Entrega de avance 1
1.3.2.1.3	Revisión del tutor
1.3.2.1.4	Emisión de observaciones del tutor



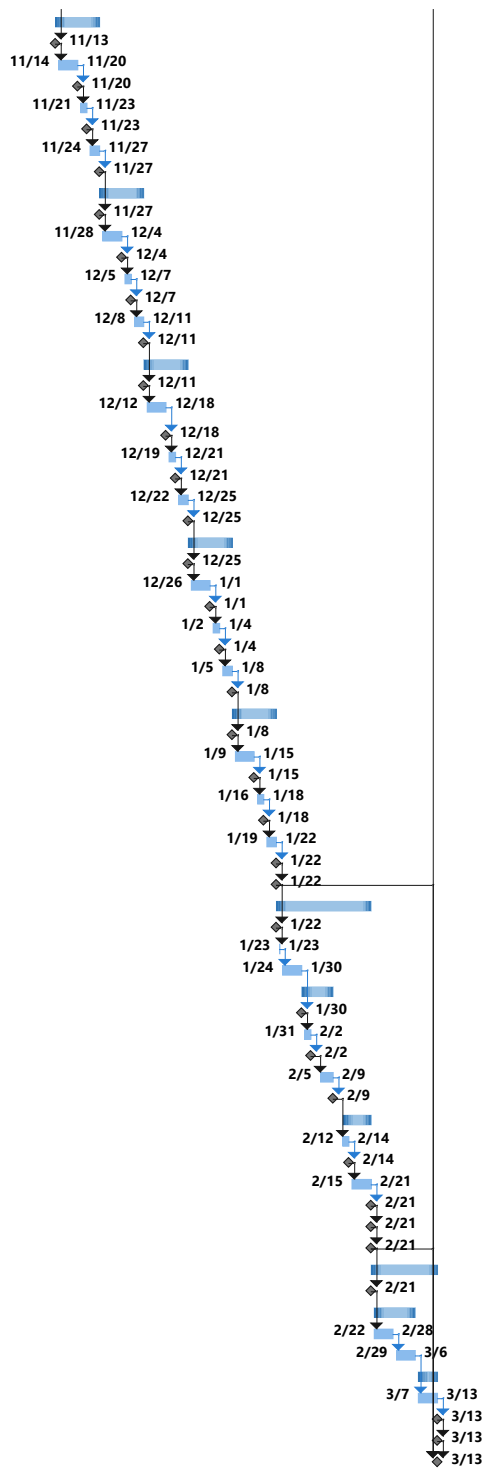
<b>Nivel</b>	<b>Actividad</b>
1.3.2.1.5	Subsanación de observaciones
1.3.2.2	Avance 2
1.3.2.2.1	Documentación de metodología de seguimiento y control de los proyectos
1.3.2.2.2	Entrega de avance 2
1.3.2.2.3	Revisión del tutor
1.3.2.2.4	Emisión de observaciones del tutor
1.3.2.2.5	Subsanación de observaciones
1.3.2.3	Avance 3
1.3.2.3.1	Elaboración de matriz de riesgos para proyectos de diseño de centros de datos
1.3.2.3.2	Entrega de avance 3
1.3.2.3.3	Revisión del tutor
1.3.2.3.4	Emisión de observaciones del tutor
1.3.2.3.5	Subsanación de observaciones
1.3.2.4	Avance 4
1.3.2.4.1	Propuesta de herramientas técnicas y procesos para el control y seguimiento de los proyectos de diseño de centros de datos
1.3.2.4.2	Entrega de avance 4
1.3.2.4.3	Revisión del tutor
1.3.2.4.4	Emisión de observaciones del tutor
1.3.2.4.5	Subsanación de observaciones
1.3.2.5	Avance 5
1.3.2.5.1	Recomendaciones para la divulgación e implementación

<b>Nivel</b>	<b>Actividad</b>
1.3.2.5.2	Entrega de avance 5
1.3.2.5.3	Revisión del tutor
1.3.2.5.4	Emisión de observaciones del tutor
1.3.2.5.5	Subsanación de observaciones
1.3.2.6	Avance 6
1.3.2.6.1	Elaboración de conclusiones y recomendaciones
1.3.2.6.2	Entrega de avance 6
1.3.2.6.3	Revisión del tutor
1.3.2.6.4	Emisión de observaciones del tutor
1.3.2.6.5	Subsanación de observaciones
1.3.3	Revisión de lectores del PFG
1.3.3.1	Solicitud de asignación
1.3.3.2	Aprobación de asignación
1.3.3.3	Revision1
1.3.3.3.1	Envío de PFG para revisión de lectores
1.3.3.3.2	Revisión del PFG por lectores
1.3.3.3.3	Emisión de observaciones por lectores
1.3.3.3.4	Subsanación de observaciones
1.3.3.3.5	Envío de PFG subsanado
1.3.3.4	Revisión 2
1.3.3.4.1	Revisión del PFG por lectores
1.3.3.4.2	Emisión de observaciones por lectores

<b>Nivel</b>	<b>Actividad</b>
1.3.3.4.3	Subsanación de observaciones
1.3.3.4.4	Envío de PFG subsanado
1.3.3.4.5	Aprobación de Documento
<b>1.4</b>	<b>Evaluación por Tribunal Examinador</b>
1.4.1	Proceso administrativo
1.4.1.1	Conclusión de requisitos administrativos
1.4.1.2	Conclusión de requisitos académicos
1.4.2	Proceso de evaluación PFG
1.4.2.1	Evaluación del PFG
1.4.2.2	Aprobación por el Tribunal Examinador
1.5	Fin de proyecto final de graduación



60	1.3.3.3	<b>Avance 2</b>	<b>10 días</b>
61	1.3.3.3.1	Inicio de Avance 2	0 días
62	1.3.3.3.2	Documentación de metodología de seguimiento y control de proyecto	5 días
63	1.3.3.3.3	Entrega de Avance 2	0 días
64	1.3.3.3.4	Revisión del Tutor	3 días
65	1.3.3.3.5	Emisión de Observaciones del Tutor	0 días
66	1.3.3.3.6	Subsanación de Observaciones	2 días
67	1.3.3.3.7	Fin de Avance 2	0 días
68	1.3.3.4	<b>Avance 3</b>	<b>10 días</b>
69	1.3.3.4.1	Inicio de Avance 3	0 días
70	1.3.3.4.2	Elaboración de matriz de riesgos para proyectos de diseño de centros	5 días
71	1.3.3.4.3	Entrega de Avance 3	0 días
72	1.3.3.4.4	Revisión del Tutor	3 días
73	1.3.3.4.5	Emisión de Observaciones del Tutor	0 días
74	1.3.3.4.6	Subsanación de Observaciones	2 días
75	1.3.3.4.7	Fin de Avance 3	0 días
76	1.3.3.5	<b>Avance 4</b>	<b>10 días</b>
77	1.3.3.5.1	Inicio de Avance 4	0 días
78	1.3.3.5.2	Propuesta de herramientas técnicas y procesos para el control y seguimiento de proyectos de diseño de centros de datos	5 días
79	1.3.3.5.3	Entrega de Avance 4	0 días
80	1.3.3.5.4	Revisión del Tutor	3 días
81	1.3.3.5.5	Emisión de Observaciones del Tutor	0 días
82	1.3.3.5.6	Subsanación de Observaciones	2 días
83	1.3.3.5.7	Fin de Avance 4	0 días
84	1.3.3.6	<b>Avance 5</b>	<b>10 días</b>
85	1.3.3.6.1	Inicio de Avance 5	0 días
86	1.3.3.6.2	Recomendaciones para la divulgación e implementación	5 días
87	1.3.3.6.3	Entrega de Avance 5	0 días
88	1.3.3.6.4	Revisión del Tutor	3 días
89	1.3.3.6.5	Emisión de Observaciones del Tutor	0 días
90	1.3.3.6.6	Subsanación de Observaciones	2 días
91	1.3.3.6.7	Fin de Avance 5	0 días
92	1.3.3.7	<b>Avance 6</b>	<b>10 días</b>
93	1.3.3.7.1	Inicio de Avance 6	0 días
94	1.3.3.7.2	Elaboración de Conclusiones y recomendaciones	5 días
95	1.3.3.7.3	Entrega de Avance 6	0 días
96	1.3.3.7.4	Revisión del Tutor	3 días
97	1.3.3.7.5	Emisión de Observaciones del Tutor	0 días
98	1.3.3.7.6	Subsanación de Observaciones	2 días
99	1.3.3.7.7	Fin de Avance 6	0 días
100	1.3.3.8	Fin de Avances	0 días
101	1.3.4	<b>Revisión de Lectores del PFG</b>	<b>22 días</b>
102	1.3.4.1	Inicio	0 días
103	1.3.4.2	Solicitud de Asignación	1 día
104	1.3.4.3	Aprobación de Asignación de Lectores	5 días
105	1.3.4.4	<b>Revisión 1</b>	<b>8 días</b>
106	1.3.4.4.1	Envío de PFG para revisión de lectores	0 días
107	1.3.4.4.2	Revisión del PFG por Lectores	3 días
108	1.3.4.4.3	Emisión de Observaciones por Lectores	0 días
109	1.3.4.4.4	Subsanación de Observaciones	5 días
110	1.3.4.4.5	Envío de PFG subsanado	0 días
111	1.3.4.5	<b>Revisión 2</b>	<b>8 días</b>
112	1.3.4.5.1	Revisión del PFG por Lectores	3 días
113	1.3.4.5.2	Emisión de Observaciones por Lectores	0 días
114	1.3.4.5.3	Subsanación de Observaciones	5 días
115	1.3.4.5.4	Envío de PFG subsanado	0 días
116	1.3.4.6	Aprobación de PFG por Lectores	0 días
117	1.3.4.7	Fin	0 días
118	1.4	<b>Evaluación por Tribunal Examinador</b>	<b>15 días</b>
119	1.4.1	Inicio de evaluación por tribunal examinador	0 días
120	1.4.2	<b>Proceso administrativo</b>	<b>10 días</b>
121	1.4.2.1	Conclusión de requisitos administrativos	5 días
122	1.4.2.2	Conclusión de requisitos académicos	5 días
123	1.4.3	<b>Proceso de Evaluación</b>	<b>5 días</b>
124	1.4.3.1	Evaluación del PFG	5 días
125	1.4.3.2	Aprobación de documento	0 días
126	1.4.4	Fin de Evaluación por Tribunal Examinador	0 días
127	1.5	<b>Fin de Proyecto Final de Graduación</b>	<b>0 días</b>



#### **Anexo 4. Investigación bibliográfica preliminar**

Ayomaya, B. (2020). *Data center for Beginners: a beginner guide towards understanding data center Design (data center Design Guide)*. Independently published.

Describe y define los principios de alto nivel que deben comprenderse en el diseño de centros de datos. Proporciona una descripción general de los conocimientos necesarios sobre las implicaciones del diseño, los componentes y su ejecución, explicados de forma sencilla para personas no técnicas.

Ayomaya, B. (2021). *Data center Design from Beginner to Professional*. Independently published.

Al igual que el título anterior, esta guía es para principiantes sobre las implicaciones de diseño de centros de datos. Sin embargo, profundiza en temas como la eficiencia energética, opciones de enfriamiento, fundamentos y definiciones técnicos de diseño. Estos aspectos desempeñan un papel importante como insumos para la trazabilidad del avance del proyecto.

Además, proporciona una perspectiva global de los componentes, procesos y tecnologías que se utilizan en los centros de datos. Este libro en particular facilita la comprensión del *roadmap* u hoja de ruta por contemplar para el diseño de centros de datos. A partir de este *roadmap* se pueden definir los procedimientos, herramientas y técnicas para el control y seguimiento del diseño de centros de datos.

Hayes Munson, K. A. (2012). *How do you know the status of your project? Project monitoring and controlling*. Paper presented at PMI® Global Congress 2012—North America, Vancouver, British Columbia, Canada. Newtown Square, PA: Project Management Institute.

Este artículo se enfoca en cómo los directores de proyectos utilizan la información producto de los procesos de control y monitoreo de los proyectos para tomar decisiones informadas sobre las acciones correctivas que deben implementarse para corregir desviaciones.

Kerzner, H. (2017). *Project Management Metrics, KPI, and Dashboards: a Guide to Measuring and Monitoring Project performance*. Wiley.

Según el libro, se presenta una guía con estrategias para medir y gestionar el avance de los proyectos. Se enfoca en la comunicación eficaz de estos datos mediante la implementación de *dashboards* que contienen las métricas de gestión, KPI.

López, L. (2020, 31 de agosto). *¿Qué son los centros de datos y cuál es su importancia?*

LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-son-los-centros-de-datos-y-cu%C3%A1-es-su-importancia-lopez-olivera/?originalSubdomain=es>

Este artículo de LinkedIn resume qué es un centro de datos, cómo se construyen y la importancia que tienen actualmente. Toca temas importantes por considerar en el control y seguimiento del diseño de estos proyectos, como los requerimientos técnicos y la operatividad.

Lamadrid, N. (2023, 7 de abril). *5 herramientas de seguimiento de los proyectos valiosas para tu empresa*. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/5-herramientas-de-seguimiento-proyectos-valiosas-para-lamadrid/?originalSubdomain=es>

Este fragmento sirve como insumo para la investigación de herramientas de seguimiento de los proyectos en la actualidad. Se describen las ventajas y aplicación del uso de herramientas como Kanban, *software* para gestión de proyectos, manejo de tareas y el uso de hojas de cálculo.

Navarro, J. M. (2023, 9 de abril). *Algunos ejemplos de indicadores en un proyecto para su seguimiento y evaluación*. Revista digital Inesem.

<https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-empresarial/indicadores-de-seguimiento-y-control-de-proyectos/>

Esta entrada de *blog* presenta información referente a indicadores de seguimiento en proyectos, cuáles son y cómo pueden aplicarse. Además, se explican los indicadores de evaluación y las herramientas que tienen la posibilidad de utilizarse para el control de los proyectos.

Pérez, A. (2021, 25 de marzo). *Cómo afrontar la etapa de seguimiento y control de mi proyecto*.

OBS Business School. <https://www.obsbusiness.school/blog/como-afrontar-la-etapa-de-seguimiento-y-control-de-mi-proyecto>

Esta entrada de *blog* de OBS Business School resume las acciones clave para un seguimiento y control de proyecto exitoso. Define qué es la fase de seguimiento, sus requerimientos tales como solicitudes de cambio, acciones preventivas y reparación de defectos. Además, menciona los puntos principales por considerar para hacer seguimiento del proyecto y evaluación del desempeño.

Salapatras, J. N. (2000). *Best practices—the nine elements to success*. Paper presented at Project.

Management Institute Annual Seminars & Symposium. Project Management Institute.

Este artículo del PMI explora nueve elementos para el éxito de la gestión de proyectos y las tres aplicaciones principales de estos para auditar el progreso de los proyectos. La aplicación y la existencia de estos factores para el éxito en la organización funcionan como indicadores para predecir la capacidad de la empresa para gestionar exitosamente los proyectos. Al utilizar esta



premisa, el artículo sirve para evaluar el estado actual de la compañía respecto a estos elementos y proponer mejoras.

Thai, J. (2022, 28 de octubre). *Cómo crear un informe de estado del proyecto eficaz en tan solo ocho pasos*. Asana. <https://asana.com/es/resources/how-project-status-reports>

Este artículo de Asana justifica por qué son importantes los informes de estatus de progreso en los proyectos. Define qué es un informe de estado, los beneficios y los pasos para realizar un informe de estado de proyecto exitoso. En general, es un insumo importante para este PFG como herramienta de comunicación de avance de proyecto con la organización y patrocinador.