

**Universidad Nacional**  
**Sistema de Estudios de Posgrado**  
**Maestría en Tecnologías de la Información**



**Proyecto**

**Propuesta de buenas prácticas para la gestión de proyectos digitales enfocados en la convergencia entre sistemas IT/OT, dentro de una organización de producción y distribución de bebidas.**

**Alejandra Vanessa Solano Meza**

**San José, Costa Rica**



## **MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR**

**Eduardo Mena Ugalde**

**Coordinador del posgrado o su representante**

**Tomás Rodríguez Arias**

**Tutor de tesis**

**Xenia Guerrero**

**Miembro del Comité Asesor**

**Alejandra Vanessa Solano Meza**

**Sustentante**

UNIVERSIDAD NACIONAL

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN

SISTEMA DE INFORMACIÓN DOCUMENTAL

REPOSITORIO ACADÉMICO INSTITUCIONAL

NOMBRE DE LA INSTANCIA ACADÉMICA

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**FORMULARIO DE DEPÓSITO LEGAL, LICENCIA AUTORIZACIÓN DE USO DE DERECHOS PATRIMONIALES DE LA PERSONA AUTORA E INCORPORACIÓN A REPOSITORIOS ACADÉMICOS INSTITUCIONALES DE INFORMACIÓN DE ACCESO PÚBLICO**

Por este medio, la(s) persona(s) suscrita(s), abajo firmante, estudiante(s) de la carrera de MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN, y titular(es) del Trabajo Final de Graduación denominado: **“Propuesta de buenas prácticas para la gestión de proyectos digitales enfocados en la convergencia entre sistemas IT/OT, dentro de una organización de producción y distribución de bebidas”**, en la modalidad ( anotar la modalidad del TFG: Tesis de grado, Proyecto de graduación, Seminario de graduación, Práctica dirigida, Prueba de grado, Evento especializado, Reconocimiento de la producción, Pasantía, Portafolio académico, Artículo científico, Ensayo, Producción didáctica, Prueba de grado, Ensayo) **Trabajo final de graduación**, para optar al grado académico de MAGISTER EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN, de conformidad con lo establecido en el REGLAMENTO GENERAL DEL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL, ARTICULO 90, relacionada con trabajos finales de graduación, DECLARO BAJO FE DE JURAMENTO conociendo la responsabilidad civil, penal o administrativa en que podría incurrir al no decir la verdad, lo siguiente:

1. Que el documento resultado del Trabajo Final de Graduación ha cumplido con todo el proceso de aprobación, que confiere el grado académico postulado.
2. Autorizo el depósito del Trabajo Final de Graduación en formato digital, en el Repositorio Académico Institucional (RAI) de la Universidad Nacional.
3. Libero de responsabilidad a las autoridades de la Instancia Académica MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN y a las personas funcionarias encargadas de la curación de los metadatos y posterior divulgación de los Trabajos Finales de Graduación en el RAI, en relación con el reconocimiento que se realiza respecto de los niveles de participación asignados

por las propias personas autoras del Trabajo Final de Graduación. Esto para casos de Trabajos Finales de Graduación elaborados como obra colaborativa, ya que todas las personas autoras han contribuido intelectualmente en la elaboración del documento.

4. En caso de que el Trabajo Final de Graduación fuese elaborado como obra colaborativa, este formulario debe incluir todas las firmas de las personas autoras, en caso de no incluir alguna firma este no podrá ser compartido en acceso abierto, en concordancia con el artículo 90. (Reglamento general del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Universidad Nacional)

5. Permito a las Bibliotecas del Sistema de Información Documental de la Universidad Nacional (SIDUNA) poner a disposición del público los metadatos [https://docs.google.com/document/d/1ySI0tQ\\_uNEKJnNOOoxYdlQof5EPSuUQ2liso8oBD1zg/edit](https://docs.google.com/document/d/1ySI0tQ_uNEKJnNOOoxYdlQof5EPSuUQ2liso8oBD1zg/edit) a través de los espacios de divulgación que posee la Universidad Nacional, a partir del cual las personas usuarias de dichas plataformas puedan acceder a los metadatos y hacer uso de estos en el marco de los fines definidos por las personas autoras en este instrumento con el debido respeto a la integridad del contenido de estos.

6. Concedo a favor de la Universidad Nacional una licencia gratuita, no exclusiva, de ámbito mundial y por plazo indefinido, de la totalidad de los derechos patrimoniales de autor, incluidos pero no limitados a los derechos de utilización, reproducción, publicación, comunicación o disposición pública, distribución, transformación, y en fin, cualquier otra forma de utilización, proceso o sistema conocido o por conocerse, por cualquier medio, sea impreso y/o digital; siempre y cuando, sea única y exclusivamente para efectos culturales, educativos, académicos y ordinarios de la institución, sin fines de lucro. A manera enunciativa y no limitativa, incluye además los siguientes actos

a. La edición gráfica y de estilo del Trabajo Final de Graduación y/o parte de este.

b. La publicación y reproducción íntegra de la obra y/o parte de esta, tanto por medios impresos como electrónicos, en el cual se incluye Internet y cualquier otra tecnología conocida o por conocer.

c. La traducción a cualquier idioma o dialecto del Trabajo Final de Graduación o parte de este.

d. La generación de obras derivadas a partir del documento original, respetando siempre los derechos de autor.

e. La adaptación de la obra a formatos de lectura, sonido, voz y cualquier otra representación o mecanismo técnico disponible, que posibilite su acceso para personas no videntes parcial o

totalmente, o con alguna otra forma de capacidades especiales que le impida su acceso a la lectura convencional del Trabajo Final de Graduación.

f. La distribución y puesta a disposición de la obra al público, de tal forma que el público pueda tener acceso a esta desde el momento y lugar que cada uno elija, a través de los mecanismos físicos o electrónicos disponibles.

g. Cualquier otra forma de utilización, proceso o sistema conocido o por conocerse que se relacione con las actividades y fines académicos vinculados a la Instancia Académica MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN y la Biblioteca JOAQUÍN GARCÍA MONGE de la Universidad Nacional.

De acuerdo con lo anterior, autorizo a que mi Trabajo Final de Graduación, se publique, comunique públicamente y se distribuya bajo los lineamientos establecidos por la Universidad Nacional en cuanto al uso de las licencias gratuitas en las publicaciones en acceso abierto (Creative Commons [https://creativecommons.org/choose/?lang=es\\_es](https://creativecommons.org/choose/?lang=es_es))

7. Acepto que el Trabajo Final de Graduación aportado, sea sometido al proceso de curación de metadatos por personal bibliotecólogo asignado para administrar el RAI de la comunidad de la Biblioteca JOAQUÍN GARCÍA MONGE cuanto a requerimientos bibliográficos. (Normas técnicas de curaduría de metadatos del RAI)

10. Reconozco que la Biblioteca JOAQUÍN GARCÍA MONGE actuara con diligencia para evitar en el Repositorio Académico Institucional (RAI) de la Universidad Nacional, contenidos ilícitos. En caso de identificar o que tenga conocimiento efectivo de la existencia de infracciones a los derechos de propiedad intelectual, se reserva el derecho de proceder a embargar el acceso durante el trámite del debido proceso para comprobar el incumplimiento y en caso de verificarse la falta, retirar definitivamente el acceso al Trabajo Final de Graduación depositado.

11. De conformidad con el artículo 87 del Reglamento general del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Universidad Nacional, lo resuelto en la Comisión de Trabajo Final de Graduación, y el Tribunal Evaluador en la defensa celebrada el día 02 de diciembre del 2025, acepto que se aplique la confidencialidad parcial del TFG según los términos previamente acordados.

Acepto que la divulgación y puesta a disposición al público del Trabajo Final de Graduación, salvo los posibles términos de confidencialidad acordados para cada caso. Así como la presente autorización de uso de la obra, se registrará por la normativa institucional de la Universidad Nacional, Costa Rica y la legislación de la República de Costa Rica. Adicionalmente, en caso de cualquier eventual diferencia de criterio o disputa futura, acepto que esta se dirimirá de acuerdo con los mecanismos de Resolución Alterna de Conflictos y la Jurisdicción Costarricense.

Nombre y apellidos de la persona autora: Alejandra Vanessa Solano Meza

Cédula de identidad: 304740286

Correo electrónico personal: alevasolme@gmail.com

Nombre de la Instancia Académica: Universidad Nacional de Costa Rica

Fecha de entrega: 02 de diciembre del 2025



Firma:

Nombre y apellidos de la persona testigo 1: Kendall López Abarca

Cédula de identidad: 402050010

Número telefónico: 89629478

Fecha: 02 de diciembre del 2025

Firma:



Nombre y apellidos de la persona testigo 2: Libia Solano Meza

Cédula de identidad: 304490501

Número telefónico: 87660176

Fecha: 02 de diciembre del 2025

Firma:





# Índice general

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Capítulo I: El problema y su importancia</b>  | <b>12</b> |
| 1. Antecedentes  | 12        |
| <b>2. Oportunidad</b>  | <b>12</b> |
| <b>3. Justificación</b>  | <b>12</b> |
| <b>4. Objetivos</b>  | <b>13</b> |
| General  | 13        |
| Específicos  | 13        |
| <b>Capítulo II: Marco teórico</b>  | <b>15</b> |
| 1. La cuarta revolución industrial   | 15        |
| 2. La industria 4.0 y los pilares tecnológicos   | 17        |
| 2.1. Industria 4.0   | 17        |
| 2.1.1 Análisis y Big Data  | 17        |
| 2.1.2 Simulaciones y réplicas digitales  | 18        |
| 2.1.3 Robots Autónomos   | 18        |
| 2.1.4 Integración de sistemas horizontales y verticales  | 18        |
| 2.1.5 El internet de las cosas (IoT)   | 18        |
| 2.1.6 Ciberseguridad   | 19        |
| 2.1.7 Computación en la nube   | 19        |
| 2.1.8 Fabricación de aditivos  | 19        |
| 2.1.9 Realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR)  | 19        |
| <b>3. Automatización en la industria 4.0</b>   | <b>20</b> |
| 3.1 Tecnología Operacional (OT)  | 20        |
| 4. Convergencia IT/OT  | 21        |
| 4.1 Gestión de Activos   | 22        |
| 4.2 Mantenimiento preventivo en equipos de proceso   | 22        |
| 5. Gestión de proyectos digitales  | 23        |
| 5.1 Gobernanza   | 23        |
| 5.2 Gobernanza digital   | 24        |
| 5.2.1 Marco de referencia  | 24        |
| 5.2.2 COBIT 2019   | 24        |
| 5.2.3 ISO 31000  | 25        |
| 5.2.4 NIST RMF   | 26        |
| 5.2.5 IEC 62443  | 27        |
| 5.3 Ciberseguridad   | 27        |
| 5.3.1 Sistemas de Gestión de Ciberseguridad para sistemas de automatización y control industrial (IACS). | 27        |
| 5.4 Arquitectura Empresarial   | 28        |
| 5.4.1 Modelo de Purdue   | 28        |
| <b>Capítulo III: Marco metodológico</b>  | <b>31</b> |
| 1. La investigación  | 31        |
| 1.1.1 Métodos de investigación   | 31        |
| 1.2.1 Método cualitativo   | 31        |

|   |           |
|---|-----------|
| 1.3.1 Alcance de la investigación   | 32        |
| 1.4.1 Supuestos   | 32        |
| 2. Sujetos de estudio y fuentes de información  | 32        |
| 3. Instrumentos de investigación  | 33        |
| 3.1 Revisión de Literatura  | 35        |
| 3.2 Instrumento para la identificación de buenas prácticas por la estrategia de indagación          | 35        |
| <b>Capítulo IV: Diagnóstico y análisis de resultados</b>  | <b>37</b> |
| 1. Organización   | 37        |
| 2. Gobernanza y esquema organizacional  | 37        |
| 2.1 Modelo de gobernanza  | 37        |
| 2.2 Centros de excelencia.  | 37        |
| 2.3 Staff países  | 38        |
| 2.4 Unidades operativas   | 38        |
| 2.5 Estructura organizacional   | 39        |
| 3. Desarrollo de la Gestión de la Tecnología Operacional  | 40        |
| 3.1 Modelo de Gestión Ingeniería-Ciberseguridad-Tecnología Operacional                              | 42        |
| 4. Gobernanza de Proyectos  | 43        |
| 5. Resultados de la revisión literaria  | 44        |
| 5.1 COBIT 2019 dentro de la organización  | 44        |
| 5.1.1 COBIT 2019 y la gestión de proyectos  | 45        |
| 5.1.2 Los principios de COBIT   | 46        |
| 5.1.3 Los principios para un marco de gobierno  | 47        |
| 5.1.4 Objetivos de Gobierno y Gestión   | 48        |
| 5.1.5 Componentes de un sistema de gobierno   | 49        |
| 5.1.6 Factores de diseño para el sistema de gobierno  | 50        |
| 5.1.7 Mejores prácticas basadas en los objetivos de gobierno y gestión de COBIT 2019.               | 54        |
| 6. Conclusión del análisis de los objetivos de gestión y las prácticas de cada uno de los objetivos | 55        |
| <b>Capítulo V: Propuesta de solución</b>  | <b>58</b> |
| 1) Estado actual de la organización   | 58        |
| 2) Propuesta para la guía de buenas prácticas aplicado a la gestión de proyectos digitales          | 58        |
| Desarrollo de la solución   | 59        |
| 1) Descripción de la guía de buenas prácticas   | 60        |
| 2) Criterio experto   | 60        |
| 3) Plan de implementación de la solución  | 63        |
| <b>Capítulo VI: Análisis financiero</b>   | <b>68</b> |
| <b>Capítulo VII: Conclusiones y recomendaciones</b>   | <b>70</b> |
| <b>Capítulo VIII: Análisis retrospectivo</b>  | <b>72</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>   | <b>73</b> |
| <b>ANEXOS</b>   | <b>77</b> |

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Etapas de la revolución industrial. Fuente: Elaboración propia.   | 16 |
| Figura 2. Diagrama de operación básica de un sistema OT. Fuente: Stouffer et.al 2023  | 21 |
| Figura 3. Principios, marco de referencia y procesos. Fuente: INTE/ISO 31000:2018   | 25 |
| Figura 4. Pasos del Marco de Gestión de Riesgos (RMF). Fuente: NIST, 2018.  | 27 |
| Figura 5. Desarrollo del Modelo Purdue en la convergencia IT-OT en los procesos de manufactura. Fuente: O'REILLY, 2025                                  | 29 |
| Figura 6. Etapas básicas del instrumento Delphi. Fuente: Varela et.al 2012.   | 34 |
| Figura 7. Modelo de gobernanza de la organización. Fuente: Elaboración propia.  | 39 |
| Figura 8. Organigrama de la organización. Fuente: Elaboración propia.   | 39 |
| Figura 9. Línea de tiempo del desarrollo de la Gestión de la Tecnología Operacional. Fuente: Elaboración propia   | 41 |
| Figura 10. Modelo de Gestión Ingeniería-Ciberseguridad-Tecnología Operacional. Fuente: Elaboración propia.  | 42 |
| Figura 11. Modelo de Gestión de Iniciativas y Proyectos. Fuente: Elaboración propia.  | 43 |
| Figura 12. Principios de Gobierno para la aplicación del COBIT 19. Fuente: COBIT 19.  | 47 |
| Figura 13. Principios del marco de Gobierno. Fuente: COBIT 19.  | 48 |
| Figura 14. Componentes COBIT de un sistema de gobierno. Fuente: COBIT 19.   | 50 |
| Figura 15. Factores de diseño para las metas empresariales. Fuente: COBIT 2019.   | 51 |
| Figura 16. Categorías de perfil de riesgos por factores de diseño.  | 51 |
| Figura 17. Factor de diseño de problemas relacionados con TI. Fuente: COBIT 2019.   | 52 |
| Figura 18. Factores de diseño para un sistema de Gobierno basado en COBIT, enlistado en el apartado Factores de diseño del 1 al 11. Fuente: COBIT 2019. | 54 |
| Figura 19. Definición de las mejores prácticas de los objetivos de gestión de COBIT 2019 para la gestión de proyectos digitales con convergencia IT/OT. | 58 |
| Figura 20. Cronograma de implementación de la solución, por etapas, establecido con respecto a la duración en horas de cada actividad                   | 67 |
| Figura 21. Detalle del análisis financiero. Fuente: Elaboración propia  | 69 |
| Figura 22. Indicadores financieros clave. Fuente: Elaboración propia.   | 69 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Establecimiento de los objetivos específicos respecto a las metas que han sido propuestas para su desarrollo.              | 13 |
| Tabla 2. Desarrollo de los objetivos específicos en el Capítulo del Marco Metodológico.   | 35 |
| Tabla 3. Selección de los objetivos de gestión de COBIT 2019 con sus respectivas prácticas para la ejecución de proyectos digitales | 55 |
| Tabla 4. Ahorros no generados en un proyecto por una inadecuada ejecución de proyectos.   | 68 |

## Índice de Anexos

|   |     |
|---|-----|
| Anexo 1. Guía de buenas prácticas de proyectos enfocada en la convergencia entre los sistemas IT/OT.  | 78  |
| Anexo 2. Primer cuestionario para diagnosticar interacciones entre los departamentos de tecnología operacional y tecnología de la información.  | 115 |
| Anexo 3. Segundo cuestionario para comprender si las gestiones de proyectos digitales se llevan a cabo de forma integral. En este caso es específico para análisis de riesgos.  | 116 |
| Anexo 4. Tabla de selección de los objetivos de gobernanza y gestión de COBIT 2019 con relevancia, según la situación actual de la compañía para desarrollar una metodología de proyectos digitales donde convergen las tecnologías IT/OT | 117 |
| Anexo 5. Tabla de análisis de los objetivos de gobierno y gestión de COBIT 2019 por buenas prácticas.   | 132 |

## DEDICATORIA

Para Andrés, el trabajo duro y la disciplina son el puente entre los sueños y la realidad que se desea construir.

Quiero agradecer a mis padres por su apoyo incondicional durante esta etapa de formación.

Kendall López, quién se ha convertido en un soporte durante esta etapa de formación, por animarme y ayudarme a solventar cuando el proceso se ha tornado complejo.

Teresita Vargas, quién desde el inicio del proceso confío plenamente en mis capacidades.

Tomás Rodríguez, mi profesor tutor, quién me ha guiado durante todo este proceso de desarrollo y me ha apoyado incondicionalmente.

**“No tengas miedo a fallar, ten miedo de no intentarlo”. Bennett**

## Resumen ejecutivo

La gestión de proyectos constituye un elemento clave para garantizar el cumplimiento de los objetivos estratégicos de cualquier organización. Una gestión adecuada permite formalizar los procesos de diseño, planificación, definición de criterios de calidad, análisis de riesgos y comunicación efectiva con todas las partes interesadas.

Con la llegada de la manufactura 4.0, la gestión de proyectos ha experimentado una transformación significativa, impulsada por la convergencia entre la tecnología operacional (OT) y la tecnología de la información (IT), lo que ha generado nuevos retos y oportunidades en los procesos industriales.

El presente trabajo desarrolla una revisión teórica sobre los conceptos relacionados con la Industria 4.0, la automatización industrial, la gestión de activos y la gobernanza tecnológica, con énfasis en la integración de sistemas IT/OT. A partir de este análisis, se propone una guía de buenas prácticas para la gestión de proyectos digitales, alineada con los objetivos de gobernanza y gestión establecidos en COBIT 2019, y adaptada al contexto organizacional de la empresa en estudio.

La guía fue validada por expertos internos, quienes concluyeron que su aplicación permite otorgar mayor formalidad y estructura a los proyectos digitales, especialmente ante la ausencia de una metodología previamente definida. Por lo que, la propuesta contribuye a fortalecer la madurez organizacional en la gestión de proyectos y a mejorar la alineación entre las iniciativas tecnológicas y los objetivos estratégicos corporativos.

# Capítulo I: El problema y su importancia

## 1. Antecedentes

La compañía en estudio se dedica a la producción y distribución de bebidas, cuenta con más de dos décadas de experiencia en el mercado nacional. A lo largo de su trayectoria, ha consolidado su posición mediante la elaboración de productos vinculados a una marca de reconocimiento internacional.

Actualmente, la empresa se encuentra implementando procesos de automatización para asegurar los procesos de producción y la confiabilidad de los equipos. Por lo que se están realizando grandes inversiones en diferentes plantas de la región con la finalidad de automatizar los procesos y de esta forma poder controlar diversos indicadores de proceso. Por lo que la compañía se encuentra implementado la convergencia de sistemas IT/OT.

En las últimas décadas, la gestión de proyectos ha sido un tema de debate en las organizaciones. Con los cambios acelerados impulsados por la Industria 4.0, resulta cada vez más relevante revisar cómo se gestiona la convergencia de sistemas IT/OT dentro de los proyectos industriales, a fin de garantizar su correcta planificación, ejecución y control.

## 2. Oportunidad

La implementación de sistemas integrados IT/OT para la instalación de nuevas capacidades de producción en la industria manufacturera representa una oportunidad para fortalecer las prácticas de gestión de proyectos. Sin embargo, la ausencia de una metodología formal para administrar proyectos de convergencia IT/OT podría generar desafíos durante la planificación y ejecución, afectando tanto el alcance, la gestión de recursos y los tiempos comprometidos para la entrega de los proyectos.

## 3. Justificación

En el contexto actual de la industria manufacturera y de procesos, la convergencia entre los sistemas de tecnología de la información (IT) y los de tecnología operativa (OT) se presenta como un factor clave para alcanzar mejoras relacionadas a eficiencia, toma de decisiones y competitividad. Históricamente, los equipos de tecnología de la información (IT) y tecnología operativa (OT) en la manufactura trabajaban de forma aislada, por lo que se han desarrollado con diferentes objetivos, sistemas y tecnologías. Con la creciente tendencia de

la digitalización y la Industria 4.0, la línea entre OT y IT se ha difuminado, lo que lleva a la convergencia de estos dos sistemas (Kuppusamy & Mariappan, 2021).

No obstante, aunque esta convergencia ofrece múltiples beneficios en términos de interoperabilidad y optimización operativa, también introduce nuevos desafíos para la gestión de proyectos. La integración simultánea de infraestructuras, procesos y equipos multidisciplinarios requiere estrategias de planificación, control y gobernanza más complejas, lo que convierte a los proyectos de convergencia IT/OT en un campo de estudio de creciente relevancia en el ámbito industrial.

## 4. Objetivos

### General

Desarrollar una propuesta focalizada en las buenas prácticas de gestión de proyectos digitales, enfocados en la convergencia de sistemas IT/OT.

### Específicos

1. Diagnosticar las prácticas actuales de la organización con relación a la convergencia de IT/OT.
2. Analizar el marco de referencia COBIT 2019 para identificar las prácticas más adecuadas en la gestión de proyectos enfocados en la convergencia de sistemas IT/OT.
3. Elaborar la propuesta de buenas prácticas de proyectos enfocada en la convergencia entre los sistemas IT/OT.
4. Validar mediante el criterio experto la propuesta de buenas prácticas para que pueda ser implementada dentro de la organización.

**Tabla 1. Establecimiento de los objetivos específicos respecto a las metas que han sido propuestas para su desarrollo.**

| <b>Objetivos específicos</b>   | <b>Metas propuestas</b>   |
|--|---|
| Diagnosticar las prácticas actuales de la organización en relación a la convergencia de IT/OT aplicando entrevistas al Gerente de automatización, Gerente de activos y al Ejecutivo de proyectos y metodología | Identificar si se aplican buenas prácticas en relación a la convergencia IT/OT en el área de automatización |

|   |   |
|---|---|
| <p>Analizar el marco de referencia COBIT 2019 para identificar las prácticas más adecuadas en la gestión de proyectos enfocados en la convergencia de sistemas IT/OT.</p> | <p>Seleccionar las mejores prácticas según el framework establecido, para la ejecución de proyectos en el área de automatización</p>  |
| <p>Desarrollar la propuesta de buenas prácticas de proyectos digitales que contemple la convergencia entre los sistemas IT/OT.</p>  | <p>Entregar una propuesta de buenas prácticas a implementar para la planificación y ejecución de proyectos digitales en el área de automatización.</p>  |
| <p>Validar mediante el criterio experto la propuesta de buenas prácticas para que pueda ser implementada dentro de la organización.</p>                                   | <p>Verificar con el área de automatización y el área gestión de activos, que la propuesta de buenas prácticas es la adecuada para trabajar la convergencia IT/OT en los proyectos de automatización</p> |

# Capítulo II: Marco teórico

## 1. La cuarta revolución industrial

Los procesos industriales son una cadena de actividades sistematizadas mediante métodos químicos o físicos para la conversión de materiales en semiproductos o productos terminados, que abastecen a una cadena de suministro. Este tipo de procesos se desarrollan por la combinación de los siguientes aspectos: conocimiento, experiencia e innovación. Estos tres factores aplicados de forma conjunta contribuyen como medio para el desarrollo de empleo y generación de nuevos productos a las necesidades de la población (Ortiz, 2020).

El desarrollo de los procesos industriales en la sociedad se han llevado a cabo en cuatro momentos distintos de la historia mundial. El primero llamado la “Primera revolución industrial”, se caracterizó por la creación de la máquina de vapor, además de la revolución en el transporte y las comunicaciones lo que ocasionó la expansión del ferrocarril, transporte transoceánico y la implementación del telégrafo. Esta revolución se mantuvo hasta las últimas décadas del siglo XIX (Ortiz, 2020).

La segunda revolución industrial incluyó la incorporación de nuevas fuentes de materias primas y energía, especialmente la electricidad, y el petróleo. A finales del siglo XIX se observa un cierto impulso cíclico en la economía mundial. En las primeras décadas del siglo XX, la revolución en las comunicaciones y el transporte se intensificó con la expansión de las industrias automotriz y aeronáutica, así como de la telefonía y las transmisiones de radio.

La tercera revolución industrial inició en la década de 1970, en esta época se desarrolló el sistema económico con una forma diferente de gestionarlo, lo que provocaba la negociación más horizontal y flexible, donde las empresas se unían para lograr una acción económica más precisa y consolidada (Min et.al, 2018).

La cuarta revolución industrial, inició a principios del siglo XXI y está basada en la revolución digital. Esta se caracteriza por las tecnologías digitales emergentes, relacionadas con tres grupos que son el físico, químico y biológico (Schwab, 2016). Estos tres grupos están ampliamente relacionados a las diversas tecnologías, pues se benefician mutuamente en función de los descubrimientos y avances que cada uno de los miembros del grupo logra.

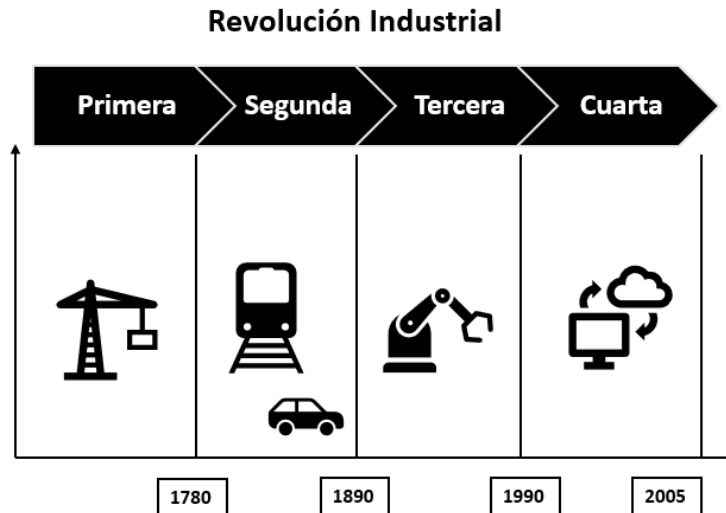


Figura 1: Etapas de la revolución industrial. Fuente: Elaboración propia.

Respecto al grupo relacionado con física existen cuatro tendencias relacionadas con el sector tecnológico las cuales son: vehículos autónomos, impresión 3D, robótica avanzada y nuevos materiales. Para interconectar las aplicaciones físicas con las digitales, se utiliza como medio, el internet de las cosas (IoT), esto permite la conexión con diversas plataformas. Artefactos como los sensores y otros numerosos medios son necesarios para conectar objetos del mundo físico a redes virtuales y estos proliferan a un ritmo asombroso (Schwab, 2016). Lo cual transformará radicalmente la forma en que gestionamos las cadenas de suministro, al permitirnos supervisar y optimizar activos y actividades a un nivel de mayor profundidad. Por tal razón el proceso tendrá un impacto transformador en todos los sectores de negocio, desde la fabricación, las infraestructuras y los servicios de atención médica. Lo anterior será monitoreado por una aplicación generalizada del IoT. La revolución digital está creando enfoques radicalmente nuevos que revolucionan la forma en que individuos e instituciones interactúan y colaboran.

Las innovaciones en el ámbito biológico, y en particular en la genética, son realmente impresionantes. En los últimos años, se han realizado avances importantes en la reducción del costo y la simplificación de la secuenciación genética, y, últimamente, en la activación o edición de genes. La biología sintética es el siguiente paso, ya que nos permitirá personalizar organismos mediante la estructura del ADN. Dejando de lado las profundas cuestiones éticas que esto plantea, estos avances no solo tendrán un impacto profundo e inmediato en la medicina, sino también en la agricultura y la producción de biocombustibles. Muchos de nuestros problemas de salud como enfermedades cardíacas hasta cáncer, tienen un componente genético (Schwab, 2016). Por ello, la capacidad de determinar nuestra composición genética individual de forma eficiente y rentable (mediante máquinas de secuenciación utilizadas en diagnósticos rutinarios) revolucionará la atención médica personalizada y eficaz. Basándose en la composición genética de un tumor, los médicos podrán tomar decisiones sobre el tratamiento oncológico de un paciente.

Debido a lo expuesto anteriormente, la transformación digital de la manufactura está implicando la integración de tecnologías digitales en los distintos procesos de fabricación. La aceleración de esta transformación se ha iniciado en países desarrollados

## 2. La industria 4.0 y los pilares tecnológicos

### 2.1. Industria 4.0

Este término nace en Alemania en el año 2011, da contexto de la nueva revolución industrial y enfatiza que incluye las últimas innovaciones tecnológicas, relacionadas con la automatización y su integración con las tecnologías de la información, con el objetivo de promover la automatización en el sector productivo. Este nuevo modelo industrial disruptivo genera la integración de nuevas tecnologías con la digitalización, lo que permite que se considere como un modelo de desempeño ambiental sostenible (Ortiz, 2020).

Rüßmann et al. (2015), enlista los pilares tecnológicos sobre los cuales se soporta la industria 4.0, esto ofrece una visión general bastante completa de algunas de las tecnologías más destacadas que están transformando la producción industrial, los cuales son:

1. Análisis y Big Data.
2. Simulaciones y réplicas digitales.
3. Robots autónomos.
4. Integración de sistemas horizontales y verticales.
5. El internet de las cosas (IoT).
6. Ciberseguridad.
7. Computación en la nube.
8. Fabricación de Aditivos.
9. Realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR).

Debido al enfoque de esta investigación se ampliará un poco sobre cada uno de los pilares, esto según Rüßmann et al. (2015).

#### 2.1.1 Análisis y Big Data

Una de las definiciones de Big Data es activos de información de gran volumen, velocidad y variedad que exigen formas rentables e innovadoras de procesamiento de la información para una mejor comprensión y toma de decisiones. La información analizada eficientemente puede utilizarse para la toma de decisiones en los procesos de manufactura, mediante la búsqueda de patrones con técnicas analíticas avanzadas, lo que permite a las empresas y organizaciones comprender mejor el entorno de sus operaciones a un mayor nivel de profundidad (Asghar [et.al](#) 2020). La utilización de un flujo continuo de datos y capacidades analíticas, genera que las empresas pueden reaccionar preventivamente a los cambios en los patrones de datos y reducir costos, además de tomar decisiones más rápidas y eficaces, creando nuevos productos y servicios. En el contexto de la Industria 4.0, el Big Data puede provenir de fuentes como productos, equipos y sistemas de

producción. Esto permite crear fábricas inteligentes y cadenas de suministro altamente digitalizadas e interconectadas, compuestas por sistemas ciberfísicos.

### 2.1.2 Simulaciones y réplicas digitales

Los datos disponibles por Big Data combinados por la potencia de procesamiento, permite generar aplicaciones de simulación desde las fases generales de ingeniería de productos y procesos de producción hasta las operaciones de planta. Una réplica digital es una copia digital exacta de un producto físico, una planta o una instalación de fabricación que puede simular el rendimiento del sistema en tiempo real. Una réplica digital tiene tres componentes: un producto físico existente en el espacio real, una copia virtual de este producto en el espacio virtual y un componente de datos que conecta los productos reales y virtuales.

### 2.1.3 Robots Autónomos

La utilización de robots en la industria no es un tema nuevo, ya que han sido utilizados desde la década de 1960. Desde 1970 su uso comercial ha aumentado en más de un 30%, desde entonces han sido utilizados para agilizar tareas complejas. Sin embargo, con el avance de las capacidades tecnológicas se está dando lugar a una nueva generación de robots que pueden funcionar de forma autónoma, asumir tareas cada vez más complejas y desafiantes, además de trabajar junto a humanos y en espacios de trabajo con restricciones para los humanos.

### 2.1.4 Integración de sistemas horizontales y verticales

La integración de los sistemas de TI es fundamental para la Industria 4.0, en las fábricas inteligentes y la creación de sistemas ciberfísicos. La mayoría de los sistemas de TI actuales no están completamente integrados con los operacionales tecnológicos, ya que las conexiones entre las empresas, proveedores y clientes son mínimas. La definición de integración horizontal y vertical puede variar, en el caso de la industria 4.0, la integración vertical se refiere a la conexión de los sistemas de TI internos en los diferentes niveles jerárquicos de una empresa. La integración horizontal se refiere a la digitalización y conexión de los diversos sistemas a lo largo de toda la cadena de suministro. Esta conexión busca crear redes de valor entre diferentes empresas y ofrecer soluciones integrales a los problemas que se puedan presentar.

### 2.1.5 El internet de las cosas (IoT)

Este pilar se refiere a los sistemas en red que consisten de objetos físicos y dispositivos conectados al internet. La arquitectura de los sistemas IoT se puede dividir en cuatro capas: capa de detección de objetos, capa de intercambio de datos, capa de integración de información y capa de servicio de aplicación (Kamal, 2017).

El IoT, presenta una variación que se conoce como el internet industrial de las cosas (IIOT), por sus siglas en inglés, este concepto es fundamental para la industria 4.0, ya que permite a las empresas

recopilar continuamente información de máquinas, sensores, productos y dispositivos, y utilizarla para detectar fallos, supervisar la calidad e iniciar procedimientos de mantenimiento.

### 2.1.6 Ciberseguridad

Si bien es cierto, migrar hacia la industria 4.0, se traduce en gran cantidad de beneficios para el negocio, también genera preocupaciones en temas de Ciberseguridad. Ya que la integración de sistemas y la implementación de IIoT, Análisis y Big Data y la computación en la nube aumentan el riesgo de ciberataques. Esto debido a que hay procesos de tecnología operacional que no se encuentran estandarizados respecto a TI, por lo que son portillos para los ciberataques. Estos ciberataques generan un impacto negativo en las empresas, pues pueden incluir situaciones como poner en peligro la vida de los trabajadores, robo de propiedad intelectual e industrial, infracciones de las normas de seguridad, denegación de servicio a las redes y sabotaje a infraestructuras, máquinas y componentes críticos.

### 2.1.7 Computación en la nube

La computación en la nube se refiere a compartir y almacenar recursos de TI en la nube. El término computación en la nube incluye tanto el servicio de entrega de aplicaciones a través de internet como el software y hardware del sistema en los centros que prestan los servicios. Esta nueva forma de compartir y almacenar recursos ha centralizado y trasladado software, plataformas e infraestructura de TI del entorno local a la nube. En el contexto de la Industria 4.0, la computación en la nube puede facilitar las actividades de producción y fabricación entre departamentos internos y dentro de la empresa, facilitando el camino para una mayor colaboración, flexibilidad laboral, prestación de servicios y creación de nuevos productos.

### 2.1.8 Fabricación de aditivos

La fabricación de aditivos se refiere a un proceso que incluye tecnologías de impresión 3D que crean piezas añadiendo material. Este proceso es diferente de los procesos de fabricación convencionales, como el fresado y el torneado. El proceso de fabricación de aditivos tiene la capacidad de personalizar productos y producirlos en masa con más rapidez que los métodos convencionales de torneado y fresado (Asghar [et.al](#) 2020).

A medida que las tecnologías de fabricación de aditivos evolucionan, las empresas industriales las utilizan cada vez más para la transición de la producción en masa de productos idénticos a lotes más pequeños y de bajo volumen de productos personalizados y sofisticados con atributos avanzados.

### 2.1.9 Realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR)

La realidad virtual se refiere a la integración de información generada por computadora en el entorno real mediante la proyección de una capa de información gráfica en la vista del usuario a través de dispositivos como tabletas, teléfonos inteligentes y lentes inteligentes, esto en la industria 4.0 facilita

a los trabajadores a conectar el entorno digital/virtual y el físico, facilitando las tareas operativas y la toma de decisiones. La Realidad Virtual va un paso más allá de la Realidad Aumentada, ya que genera una réplica virtual de dicho entorno, lo que permite a los usuarios interactuar con elementos virtuales, evaluando y realizando actividades en un entorno virtual.

Una vez abordados los pilares tecnológicos de la industria 4.0, se aborda el tema de la automatización en la manufactura 4.0 y la convergencia de los sistemas TI/OT.

### 3. Automatización en la industria 4.0

La automatización ha revolucionado la industria manufacturera, lo que ha generado que se torne más eficiente, productiva y rentable. La revolución industrial 4.0 ha integrado tecnologías como Big Data, Integración de sistemas horizontales y verticales, el internet de las cosas (IoT), ciberseguridad y la computación en la nube. Este tipo de tecnologías han venido a transformar la forma de desarrollar los procesos productivos.

Este proceso representa un camino transformador hacia una industria manufacturera más eficiente, ágil y sostenible. Debido a la adopción de tecnologías de automatización y aprovechando el poder de la digitalización, las empresas pueden generar nuevas oportunidades de crecimiento e innovación.

La automatización no se limita a los talleres, también se extiende a todo el proceso de fabricación. Mediante la integración de sistemas, los fabricantes pueden lograr visibilidad y control en tiempo real sobre sus operaciones. Esta interconexión permite el mantenimiento predictivo, la producción basada en la demanda y la optimización de la cadena de suministro, lo que se traduce en una mayor agilidad y capacidad de respuesta a las fluctuaciones del mercado y atención de fallos en los diferentes procesos (Madan et.al 2024).

#### 3.1 Tecnología Operacional (OT)

La tecnología operacional se compone por diversos dispositivos y sistemas programables que interactúan con el entorno físico, permitiendo el monitoreo de los procesos en los que se encuentran involucrados. Generalmente el sistema OT se controla mediante sensores, los cuáles se encargan de medir propiedades físicas de un proceso y enviar la información a un controlador. El controlador interpreta las mediciones y genera las variables correspondientes basándose en un algoritmo de control y valores objetivos. Los valores de los sensores se transmiten a una estación de monitoreo para su análisis por parte de un humano. Las interfaces hombre-máquina (HMI) permiten supervisar y configurar puntos de ajuste, algoritmos de control y ajustar y establecer parámetros en el controlador. La HMI también muestra información del estado del proceso y el historial. Esto se explica en la Figura 2. Diagrama de operación básica de un sistema OT.

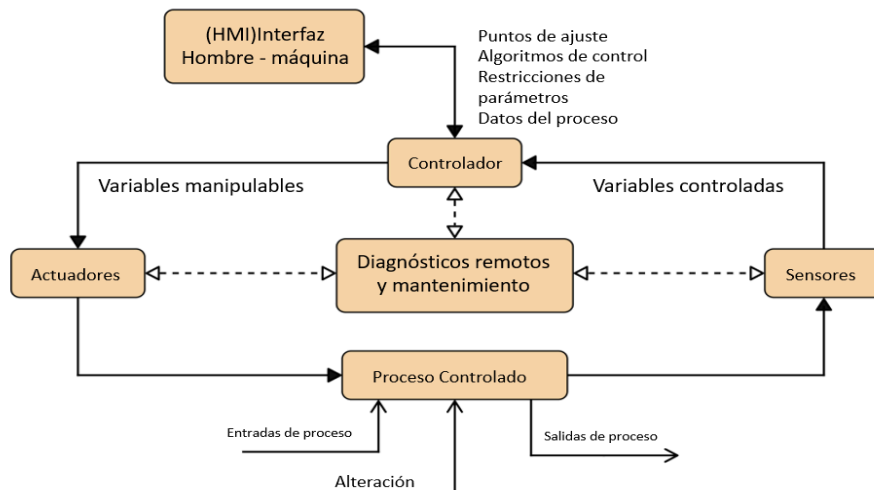


Figura 2. Diagrama de operación básica de un sistema OT. Fuente: Stouffer [et.al](#) 2023

A continuación se enlistan ejemplos de sistemas clasificados como tecnología operacional.

1. Sistemas SCADA.
2. Sistemas de control distribuido (DCS).
3. Controladores lógicos programables (PLC).
4. Sistemas de automatización de edificios (BAS).
5. Sistemas de control de acceso físico (PACS).
6. Sistemas de seguridad
7. El internet Industrial de las cosas (IIoT).

## 4. Convergencia IT/OT

Según Cigref, 2019, el concepto de convergencia IT/OT responde a “Los sistemas industriales forman parte del sistema de información (datos) de una empresa, que puede definirse como todo el hardware y software que genera datos y es capaz de transmitirlos y procesarlos a través de un estándar de comunicación (Interfaz)”.

La transformación digital de las empresas, específicamente en el sector industrial, ha permitido emprender proyectos de convergencia que integren TI y OT, ya que hasta hace muy poco ambos sistemas se encontraban separados, tanto a nivel técnico como organizacional. La convergencia IT/OT integra ambos sistemas, esto implica que de la parte de TI se incorporen servidores y la computación en la nube, esto permite tender un puente con la automatización de máquinas por parte de OT.

Esta convergencia en la industria 4.0 viene a revolucionar los procesos de gestión de activos de las industrias, ya que la razón de ser de la gestión de activos es maximizar el rendimiento de los activos. De esta manera se ha empezado a estandarizar la integración de los datos de los equipos físicos con el almacenamiento de datos en servidores en la nube y de esta forma generar modelos predictivos con los datos que se obtienen.

Dentro de los retos y desafíos que genera esta convergencia está relacionado con temas de ciberseguridad, ya que con la llegada de diferentes aplicaciones industriales a los sistemas de TI aumenta la necesidad de sinergia entre ambas áreas. Lo anterior debido a que la OT requiere cada vez más competencias informáticas para operar las aplicaciones industriales. A medida que la tecnología elimina las fronteras en la cadena de valor de la producción, se justifica la bifurcación TI/OT. Los flujos de datos integrados y arquitecturas de red unificadas, incentiva a los diferentes departamentos a colaborar entre sí en lugar de aislarse.

## 4.1 Gestión de Activos

Según la norma ISO 55000, se define activo como objeto o entidad que tiene valor real o potencial para una organización. Por lo que la gestión de activos se define como la actividad coordinada de una organización para obtener valor de los activos, siendo estos perceptibles o inmateriales.

Un activo dentro de la gestión de activos presenta un ciclo de vida conformado por cuatro etapas, las cuales son: adquirir, poner en marcha, operar y desechar. La etapa final del ciclo de vida de la gestión de activos es la que menos se cumple, ya que muchos activos pueden durar más que la vida de un ser humano por lo que puede tornarse un poco difícil considerar su eliminación (Davis, 2012).

La gestión de activos trata de usar los activos para obtener valor y alcanzar los objetivos de negocio. Además, ofrece un enfoque distinto, un modo de pensar y una transformación de la alineación organizacional y la cultura.

La gestión de activos es relevante para todos los tipos de organización, ya sean grandes, pequeñas, privadas, públicas, gubernamentales o sin fines de lucro. Existe una evidencia creciente en el mundo según la cual la gestión efectiva de activos puede mejorar una organización y su capacidad de operar de modo seguro, evaluar futuras estrategias de negocio para la realización de diferentes perfiles de desempeño, un balance eficaz entre el costo y riesgo tolerable y reducir significativamente el costo de gestionar los activos durante su ciclo de vida.

## 4.2 Mantenimiento preventivo en equipos de proceso

La definición de mantenimiento preventivo se refiere a la intervención en un activo realizada antes de que se produzca una falla para reducir las posibilidades de desperfectos. Por lo que este tipo de mantenimiento permite mediante un enfoque proactivo prevenir fallos en equipos realizando una planificación previa para gestionar las inspecciones en los equipos. El mantenimiento preventivo ayuda a las empresas a evitar costos de reparación e ineficiencias asociadas a averías inesperadas y tiempos de inactividad de los equipos.

La planeación de un mantenimiento preventivo se basa en costos, fallos de equipos y tiempos de reparación. Por lo que los análisis de tendencias son clave para este tipo de planificación.

Los análisis de tendencias son esenciales para centrarse en las causas de los fallos, estos se deben cuantificar mediante una matriz de criticidad en base al manejo de datos recopilados en los equipos por el personal humano.

Con la llegada de la industria 4.0 y sus nuevas tecnologías; los sensores del Internet Industrial de las cosas (IIoT) recopilan datos de telemetría en tiempo real sobre los equipos de producción. Los sistemas de TI analizan los datos operativos mediante análisis en la nube e inteligencia artificial. La información predictiva sobre fallos emergentes en los equipos de OT se transmite a los equipos de trabajo y estos son quienes programan un mantenimiento preventivo preciso, en los tiempos de paro establecidos por parte del área de logística. De esta forma se evitan las interrupciones inesperadas y aumenta la productividad y el uso de los activos en procesos industriales.

## 5. Gestión de proyectos digitales

La constante evolución de la informática ha generado una integración continua de esta rama en todas las actividades diarias en los diferentes tipos de industria. Esto ha ocasionado que la definición de la palabra proyectos se encuentre en constante cambio.

La definición de proyectos según el PMBOK es “un esfuerzo temporal, para crear un producto o servicio con resultado único. Bajo esta definición encontramos tres componentes que son el tiempo, esfuerzo y el resultado. Tradicionalmente estos componentes nos han familiarizado con proyectos de tipo construcción o líneas de investigación para enfermedades. Pero no estamos acostumbrados a integrar la digitalización en los proyectos, por esta razón se considera que un proyecto de este tipo es complicado.

El concepto de proyecto digital responde a una iniciativa técnica que busca proporcionar soluciones, software y servicios digitales a un cliente específico, mediante la aplicación de metodologías ágiles. Este tipo de proyectos varían en escala y nivel de complejidad, y pueden abarcar individuos, equipos u organizaciones. Para desarrollar un proyecto digital, este debe constar de cuatro dimensiones que son la naturaleza digital del producto a crear, el uso estratégico de la metodología de gestión de proyectos, la combinación de las disciplinas aplicables para crear valor y finalmente las herramientas digitales utilizadas para alcanzar los objetivos (DGA, 2024).

Existen diferentes tipos de proyectos digitales, los cuales son:

- Proyectos que crean productos digitales, tales como sitios web, aplicaciones móviles, desarrollo de software y campañas de marketing digital.
- Proyectos que crean productos híbridos, esto quiere decir que incorporan elementos digitales con experiencias físicas, por ejemplo la creación de un dispositivo de monitoreo conectado a una aplicación.
- Proyectos que aplican tecnologías emergentes, tales como la realidad virtual extendida o juegos de metaversos.
- Proyectos para la adaptación digital mediante la transformación empresarial, por ejemplo implementar un software tipo ERP.

### 5.1 Gobernanza

Según (Whittingham, 2010), la gobernanza se entiende como “la realización de relaciones entre diversos actores involucrados en el proceso de decidir, ejecutar y evaluar asuntos de interés público,

proceso que puede ser caracterizado por la competencia y cooperación donde coexisten como reglas posibles; y que incluye instituciones tanto formales como informales.

Basado en el concepto anterior, la gobernanza se refiere al establecimiento de reglas que ayudan a verificar las entradas y salidas como mecanismos de control, dividir y asignar tareas mediante la coordinación, alinear intereses en conflicto y disminuir las vulnerabilidades relacionales. Debido a lo expuesto anteriormente, las organizaciones cuentan con la necesidad de gobernanza ya que gran parte de la información se puede disipar, al igual que el control de insumos y los productos finales, si no existen las reglas claras (Hanisch et.al 2023).

## 5.2 Gobernanza digital

Para Naser, 2021; la gobernanza digital "es la articulación y concreción de políticas de interés público con los diversos actores involucrados (Estado, Sociedad Civil y Sector Privado), con la finalidad de alcanzar competencias y cooperación para crear valor público y la optimización de los recursos de los involucrados, mediante el uso de tecnologías digitales".

Utilizando el concepto anterior como base, la gobernanza digital es un marco para establecer la responsabilidad, los roles, la toma de decisiones y la autoridad para la gestión del cambio en la presencia digital de una organización. De modo que la gobernanza digital es una categoría de gobernanza distinta que sustenta nuevas formas de organización, creación de valor y captura de valor y, por lo tanto, va más allá de la digitalización de los mecanismos de gobernanza analógicos existentes (Al-Breiki et.al 2020).

### 5.2.1 Marco de referencia

Debido a lo expuesto anteriormente, surge la necesidad de contar con una gobernanza que incluya las Tecnologías de la información, por lo que se han desarrollado diversos marcos de referencia o framework que controle la gobernanza de TI. Un framework o marco de referencia es un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios destinados a abordar un problema en particular y que sirve como referencia para resolver problemas y situaciones de índole similar (Guerrero [et.al](#) 2014). Específicamente para el sector de Tecnologías de la Información el marco de referencia debe proporcionar una estructura para gestionar y supervisar los recursos y procesos de TI de una organización, asegurando que se respalden los objetivos del negocio. Existe gran cantidad de marcos de referencia de gobernanza de TI tales como Cobit, ITIL, ISO 27001, TOGAF, Gestión de riesgos entre otros. Para el caso específico de esta investigación, revisaremos los aplicables para la gestión de riesgos de proyectos digitales.

### 5.2.2 COBIT 2019

Según Kurnia & Fernandes (2019), COBIT es un marco de referencia (framework) para el gobierno y la gestión de las tecnologías de la información (TI) empresariales, el cual se encuentra dirigido a todo

tipo de empresas. Ha sido promovido por ISACA desde su primera versión en 1996 y actualmente se encuentra disponible la versión COBIT 2019. En la primera versión del marco de trabajo, COBIT se estableció como un acrónimo que significa Objetivos de Control para la Información y Tecnología Relacionada, por sus siglas en inglés y su público meta inicial fueron los auditores de TI. La versión actual considera diversas partes interesadas, no solamente la función de TI de una empresa, por el contrario se visualiza de forma holística, independientemente del departamento donde se genere esa tecnología.

Este marco de referencia permite gestionar el gobierno y gestión en función de TI y hace una clara distinción entre estas dos disciplinas ya que abarcan distintos tipos de actividades. COBIT 5 permite a las organizaciones desarrollar sistemas y procedimientos para un buen control y gestión de TI. Este desarrollo es útil para la gestión de las TI empresariales. COBIT 5 incluye un conjunto de 37 procesos divididos en dos áreas principales: procesos de gobernanza y procesos de gestión (Ikhsan [et.al](#) 2021).

### 5.2.3 ISO 31000

Basado en el ISO 31000:2018, Gestión de Riesgos. El propósito del marco de referencia de la gestión del riesgo es asistir a la organización en integrar la gestión del riesgo en todas sus actividades y funciones significativas. La eficacia de la gestión del riesgo dependerá de su integración en la gobernanza de la organización, incluyendo la toma de decisiones. Esto requiere el apoyo de las partes interesadas, particularmente de la alta dirección.

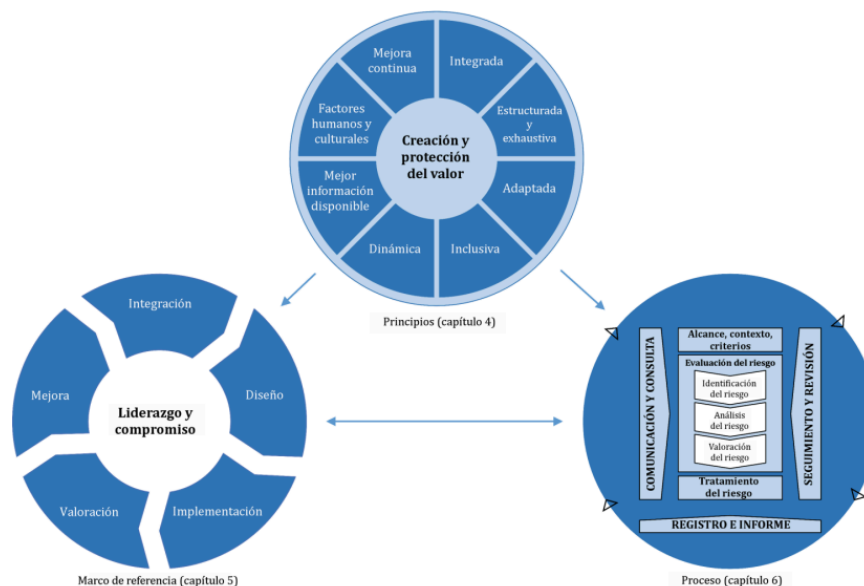


Figura 3. Principios, marco de referencia y procesos. Fuente: INTE/ISO 31000:2018

La organización debe valorar las prácticas y procesos existentes de gestión del riesgo, además de valorar cualquier brecha y abordar estas brechas en el marco de referencia. Los componentes del

marco de referencia y la manera en la que trabajan juntos, deberían adaptarse a las necesidades de la organización.

Una gestión de riesgos eficaz se centra en principios como la trazabilidad, la debida diligencia y la proporcionalidad. Estos principios permiten a las organizaciones desarrollar enfoques adaptados a sus contextos específicos, lo que facilita la asignación eficiente de recursos para abordar los riesgos, identificar oportunidades y minimizar las pérdidas operativas. Además, la gestión de riesgos fomenta la mejora de los procesos de toma de decisiones y optimiza el desempeño operativo (Lizarzaburu [et.al](#) 2025).

## 5.2.4 NIST RMF

Según el NIST, 2020, el Marco de Gestión de Riesgos está diseñado específicamente para ser tecnológicamente neutral, de modo que la metodología pueda aplicarse a cualquier tipo de sistema de información Si bien los controles específicos seleccionados, los detalles de su implementación y los métodos y objetos de evaluación pueden variar según los diferentes tipos de recursos de TI, no es necesario adaptarlo a tecnologías específicas.

El RMF se aplica de forma iterativa, según corresponda, durante el ciclo de vida del desarrollo del sistema para cualquier tipo de enfoque de desarrollo de sistemas (incluidos los enfoques Agile y DevOps). Los requisitos y controles de seguridad y privacidad se implementan, verifican y validan a medida que avanza el desarrollo a lo largo del ciclo de vida. Esta flexibilidad permite que el RMF respalde ciclos tecnológicos rápidos, la innovación y el uso de las mejores prácticas actuales en el desarrollo de sistemas y componentes de sistemas (NIST, 2023).



Figura 4. Pasos del Marco de Gestión de Riesgos (RMF). Fuente: NIST, 2018.

Para el Marco de Gestión de Riesgos se han establecido siete pasos catalogados como esenciales para la correcta aplicación de este marco. Si bien es cierto los pasos están ordenados de forma secuencial, luego de aplicado el paso de preparación se pueden aplicar de forma no secuencial, pero esto dependerá del proceso que se esté trabajando.

### 5.2.5 IEC 62443

Según el IEC, 2010 la comisión electrónica internacional por sus siglas en inglés (IEC), es una organización mundial de normalización y su objetivo es promover la cooperación internacional en los temas relacionados a los aparatos eléctricos y electrónicos a nivel industrial. Con el fin de cumplir su objetivo principal, el IEC publica normas internacionales, especificaciones técnicas y guías que son desarrolladas en sus comités internacionales. El IEC trabaja en colaboración estrecha con la Organización Internacional de Normalización (ISO). El IEC, no se encarga de emitir certificaciones de conformidad, este servicio es ofrecido por organismos de certificación independientes.

## 5.3 Ciberseguridad

La ciberseguridad es un tema cada vez más importante en las organizaciones modernas. Muchas organizaciones dedicadas a las tecnologías de la información (TI) y a los negocios se han preocupado por la ciberseguridad durante muchos años y cuentan con sistemas de gestión de ciberseguridad (SGCS) bien establecidos, según lo definido por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

Las organizaciones de sistemas de automatización y control industrial (IACS), por sus siglas en inglés han comenzado a utilizar tecnología comercial lista para usar (COTS); por sus siglas en inglés. Este tipo de productos se refieren a productos de software o hardware que son de uso inmediato y no requieren modificaciones extensas. Estos dispositivos han sido desarrollados para sistemas empresariales en sus procesos diarios, lo que ha aumentado las posibilidades de ciberataques contra los equipos de los IACS. Por diversas razones, estos sistemas no suelen ser tan robustos en el entorno de los IACS como los sistemas diseñados específicamente para gestionar ciberataques. Esta debilidad puede tener consecuencias para la salud, la seguridad y el medio ambiente empresarial.

### 5.3.1 Sistemas de Gestión de Ciberseguridad para sistemas de automatización y control industrial (IACS).

Los sistemas de gestión suelen proporcionar orientación sobre lo que debe incluirse en un sistema de gestión, pero no sobre cómo desarrollarlo. La norma IEC 62443, aborda los aspectos de los elementos incluidos en un SGCS para IACS y también proporciona orientación sobre cómo

desarrollarlo. Si bien es cierto en la solución de problemas ingenieriles siempre el enfoque es dividirlo en partes pequeñas, para el caso de los riesgos de ciberseguridad de IACS, se considera un error abordar los fallos de ciberseguridad por cada uno de los sistemas. La ciberseguridad es un reto mucho mayor que debe abordar todo el conjunto de IACS, así como las políticas, los procedimientos, las prácticas y el personal que los rodea y utiliza. Por lo que implementar un sistema de gestión de Ciberseguridad puede requerir un cambio en temas de cultura organizacional.

## 5.4 Arquitectura Empresarial

El concepto de Arquitectura Empresarial, tiene su origen en el año 1987, al publicar Zachman su artículo que tiene por nombre “«Un marco para la arquitectura de sistemas de información”, en donde ya se visualizaba que administrar sistemas de información basados en sistemas computacionales sería complejo (Arango [et.al.](#) 2010).

La arquitectura empresarial es un acercamiento holístico para el manejo y gestión de una organización, la cual adopta una visión integral que cubre desde sus procesos de negocio, los sistemas de información, los datos e información y la infraestructura tecnológica. De tal forma que permite explicar cómo todos los elementos de las tecnologías de la información en una organización, los procesos, los sistemas, la estructura organizacional y las personas se integran y trabajan de forma conjunta como un todo (Kaisler [et.al](#) 2005).

### 5.4.1 Modelo de Purdue

El Modelo de Purdue, también conocido como Arquitectura de Referencia Empresarial de Purdue (PERA), es un marco fundamental para la seguridad de los sistemas de control industrial (ICS). Desarrollado en la década de 1990 por la Universidad de Purdue, este modelo jerárquico organiza el complejo entorno ICS en zonas o niveles diferenciados. Cada uno de ellos tiene consideraciones de seguridad específicas. Este enfoque estructurado optimiza el diseño, la gestión y la comunicación de la red entre equipos, y mejora la seguridad y la resiliencia de las operaciones industriales (INCIBE, 2025).

El modelo de Purdue presenta una arquitectura jerárquica, que se organiza por niveles diferenciados, lo que significa que cada nivel trabaja para un control operativo o de tecnologías de la información. El modelo de Purdue se compone de 5 niveles y cada uno trabaja sobre roles y consideraciones de seguridad específicas (Ackerman, 2017).

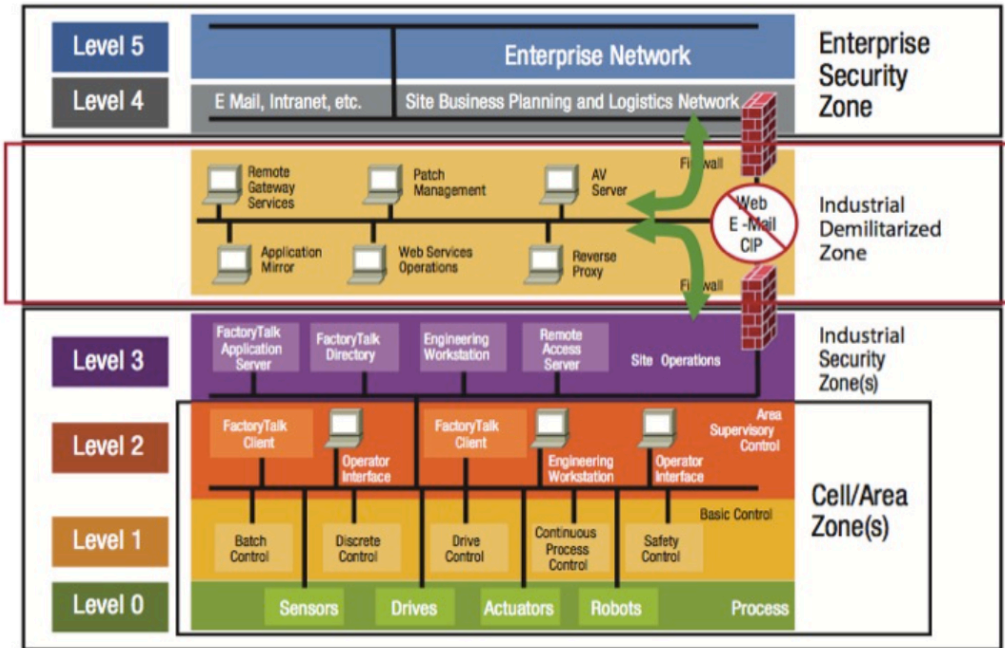


Figura 5. Desarrollo del Modelo Purdue en la convergencia IT-OT en los procesos de manufactura.  
Fuente: O'REILLY, 2025

En el siguiente apartado se explica cómo se desarrolla cada uno de los niveles para el modelo de Purdue en la convergencia IT-OT en los procesos de manufactura

**Nivel 0:** Característico por monitorear un proceso o equipos físicos, es el nivel principal del monitoreo de equipos físicos.

**Nivel 1:** Este nivel monitorea las señales emitidas por los dispositivos físicos del nivel 0, mediante controladores lógicos programables (PLC).

**Nivel 2:** Este nivel incluye interacciones hombre-máquina, HMI por sus siglas en inglés. Este tipo de interacción permite al usuario controlar y configurar el sistema, lo que permite que se tomen decisiones basadas en la interacción con el sistema.

**Nivel 3:** En este nivel se utilizan sistemas de operaciones de manufactura para gestionar los flujos de trabajo en el área productiva, por lo que este nivel está muy relacionado con la tecnología operacional. Utiliza los sistemas tipo MES (Sistemas de ejecución en la fabricación, por sus siglas en inglés), el cual monitorea y documenta la gestión de la planta.

**Nivel 3.5:** Este nivel también es conocido como la zona desmilitarizada industrial DMZ por sus siglas en inglés. Funciona como convergencia entre TI y OT, la red del sistema de control industrial (ICS) y las redes externas. De esta manera se utilizan sistemas de seguridad tipo firewall para proteger la red de un sistema no autorizado, lo que permite que funcione como un sistema de defensa ante amenazas cibernéticas en la red interna o de la operación industrial.

**Nivel 4:** Este nivel representa la planificación de la logística empresarial (ERP), por lo que gestiona las actividades relacionadas con la fabricación. Establece el programa básico de producción de la planta, el uso de materiales, los envíos y los niveles de inventario.

**Nivel 5:** Este nivel técnicamente no forma parte del ICS, pero la zona empresarial depende de la conectividad con las redes del ICS para alimentar los datos que impulsan las decisiones empresariales. Las interrupciones en este nivel pueden provocar tiempos de inactividad prolongados, con el potencial de causar daños económicos, fallos en la infraestructura crítica o pérdidas de ingresos.

Su importancia en los sistemas de control industriales (ICS), por sus siglas en inglés, se centra en trabajar sobre una gestión temprana de riesgos, esto debido a que desarrolla un sistema de defensa por capas, pues se estructura en cada uno de los componentes utilizando medidas de detección y protección diseñadas para impedir un ataque. Cuenta con un programa de gestión de riesgos en donde se identifican las amenazas, se clasifica el riesgo y se gestiona el inventario de los activos. Por el diseño de capas que presenta facilita el monitoreo integral de los dispositivos y cumple con lo que establece la IEC 62443 (FORTINET, 2025).

# Capítulo III: Marco metodológico

Debido a lo expuesto en los capítulos anteriores, con la aceleración de la integración de las tecnologías de la información (TI), con la tecnología operacional (OT) en los procesos industriales, existe una oportunidad en el desarrollo de proyectos digitales en los procesos de manufactura, por tal razón en este capítulo se establecen las herramientas que permitirán encontrar las áreas de oportunidad dentro de la ejecución de proyectos digitales en los procesos industriales.

## 1. La investigación

La clasificación y tipos de investigaciones constituyen un área fundamental en el ámbito académico y científico, ofreciendo un marco para comprender la diversidad de enfoques y metodologías aplicables a la exploración del conocimiento.

### 1.1.1 Métodos de investigación

Es una forma reciente de caracterizar las investigaciones, está relacionada a los tipos de concepciones de la realidad social. Según esta concepción, el método de investigación suele dividirse en los métodos cuantitativo, o investigación cuantitativa, y cualitativo o investigación cualitativa (Bernal, 2010).

### 1.2.1 Método cualitativo

Según Bernal, 2010; “Este tipo de método se orienta a profundizar casos específicos y no a generalizar. Su preocupación no es prioritariamente medir, sino cualificar y describir un fenómeno a partir de rasgos determinantes, según sean percibidos por los elementos mismos que están dentro de la situación estudiada”.

Al usar el método cualitativo se caracteriza por buscar entender una situación cómo un todo, por lo que es característico conceptualizar sobre la realidad, con base en la información obtenida de la población o las personas estudiadas.

Esta investigación se basa en el método de tipo cualitativo, en donde el interés está centrado en saber cómo se da la dinámica de interacción de proyectos que abarquen la tecnología de la información con tecnología operacional.

### 1.3.1 Alcance de la investigación

El concepto de alcance se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto del estudio (Arias, 2012). Para Hernández Sampieri (2018) existen cuatro alcances de investigación: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo.

Para la investigación propuesta aplica el alcance descriptivo, ya que el objetivo de este trabajo es generar una propuesta de buenas prácticas para proyectos digitales, por lo que la revisión literaria debe ser la adecuada, además de las preguntas del cuestionario acertadas para conocer el contexto de cómo trabaja la organización.

### 1.4.1 Supuestos

Es característico del método cualitativo, utilizar supuestos con la finalidad de contar con una guía en el proceso de investigación. Por ende para esta investigación se estableció el siguiente supuesto

*Los proyectos que integran tecnologías de la información con tecnología operacional siguen una metodología establecida.*

## 2. Sujetos de estudio y fuentes de información

Con el propósito de responder el supuesto de la sección 1.4.1, se ha planificado el desarrollo de la investigación hacia dos enfoques. El primer enfoque será los resultados de los cuestionarios 1 y 2 que se presentan en la sección de anexos. El segundo enfoque será la revisión literaria basada en el marco de referencia COBIT 2019

La información se clasifica según el tipo de información que se proporciona, por tal razón se cuenta con dos tipos de fuentes la primaria y secundaria.

**2.1 La fuente primaria:** entrega información de tipo nueva u original, por lo tanto son el resultado de un trabajo intelectual, se puede acceder a ellas desde la fuente por ejemplo libros tipo monografía, revistas, periódicos o literatura gris (este tipo de documentación no se edita ni pública por medios convencionales (Hernandez [et.al](#) 2014)..

Para el caso de este trabajo de investigación toda la información recopilada en el apartado del capítulo IV Diagnóstico y análisis de resultados, Gobernanza y esquema organizacional, el desarrollo de la tecnología operacional y la gobernanza de proyectos es información recopilada por una fuente primaria. Además de los

apartados de resultados de revisión literaria de COBIT 2019, esta información se extrajo directamente de los marcos de referencia

**2.2 La fuente secundaria:** este tipo de fuente cuenta con información más organizada, elaborada, producto de análisis, extracción o reorganización que refiere a documentos primarios originales. Algunos ejemplos de fuentes secundarias son: enciclopedias, antologías, libros o artículos que interpretan otros trabajos o investigaciones (Hernandez [et.al](#) 2014).

Dentro de la investigación toda la información recopilada en el capítulo II marco teórico, todos los apartados son información recopilada mediante búsquedas en google scholar, la plataforma de la Universidad Nacional "SIDUNA", para utilizar los recursos digitales, los cuáles no debían exceder más de siete años de antigüedad.

### 3. Instrumentos de investigación

Un instrumento de investigación es una herramienta específica utilizada para recopilar y analizar información en el proceso de investigación, de forma tal que ayudan a obtener información precisa y confiable sobre su tema de estudio y a llegar a conclusiones válidas y confiables.

Se caracterizan por facilitar la recopilación de datos y mejorar la validez de los resultados. Estableciendo un instrumento de investigación se busca dar validez de la información obtenida, para esta investigación se busca que el instrumento seleccionado permita obtener la validez de criterio. Este tipo de validez se caracteriza por ser precisa en la medición que busca, ya que quienes brindarán la información es el personal a cargo de cada uno de los departamentos relacionados en esta investigación (Varela [et.al](#) 2012).

Para esta investigación el instrumento que se utilizará es una variación del método Delphi, este método es característico del área de la salud. Su utilidad radica en que no se requiere de forma presencial a los expertos y todo se puede gestionar vía correo electrónico.

Se caracteriza por recolectar información de un grupo de expertos mediante la consulta, esta técnica es de carácter cualitativo se recomienda cuando no se dispone de información suficiente para la toma de decisiones o se requiere recolectar opiniones consensuadas y representativas de expertos en un tema. Para llevar a cabo la técnica los expertos son sometidos individualmente a una serie de cuestionarios en

profundidad que se intercalan con retroalimentación de lo expresado por el grupo y que, partiendo de una exploración abierta, tras las sucesivas devoluciones, producen una opinión que representa al grupo.

Para ello a los expertos se les comparte el cuestionario mostrado en el apartado de Anexos de esta investigación, en donde, cada uno bajo su criterio experto va respondiendo las preguntas o en algunos casos diseñando una presentación para resolver cada una de las preguntas. De tal forma que se logra recolectar las opiniones de los participantes.



Figura 6. Etapas básicas del instrumento Delphi. Fuente: Varela [et.al](#) 2012.

Con el objetivo de verificar el supuesto planteado en la sección 1.4.1 , se establecieron dos cuestionarios. El primer cuestionario consta de siete preguntas con la finalidad de comprender si hay una interacción entre los departamentos que utilizan estos tipos de tecnología. El segundo cuestionario consta de tres preguntas y fue ejecutado con la finalidad de comprender cómo se llevan a cabo algunos puntos de la gestión de proyectos, en este caso el análisis de riesgos se llevaba a cabo de manera integral para este tipo de proyectos El cuestionario y sus respuestas se pueden observar en el Anexo 1 y 2.

### 3.1 Revisión de Literatura

Según (Arnau & Sala, 2020), la revisión de la literatura es una fase imprescindible en cualquier trabajo de investigación, puesto que nos ayuda a situar la investigación y a sustentar teórica y conceptualmente a partir de lo que otros investigadores e investigadoras han escrito previamente sobre la temática.

Para el marco teórico se fue estructurando de forma conceptual, utilizando plataformas de búsqueda como google scholar, la plataforma de la Universidad Nacional "SIDUNA", para utilizar los recursos digitales, los cuáles no debían exceder más de diez años de antigüedad, exceptuando que algunas fuentes por ser primarias abarcan mayor rango de tiempo. Algunas de las palabras clave utilizadas fueron convergencia IT/OT, Gestión de proyectos digitales, COBIT 2019, Gobernanza.

### 3.2 Instrumento para la identificación de buenas prácticas por la estrategia de indagación

Según la Dirección de Gestión y Desempeño Institucional (2021), se propone la estrategia de indagación para la búsqueda de buenas prácticas de gestión, por iniciativa de la organización, mediante la revisión de distintas fuentes de información, tales como:

1. Seguimiento y monitoreo a la comunicación nacional y/o regional.
2. Marcos de referencia.
3. Informes de gestión

La información lo que nos evidencia es el contexto actual de la compañía en estudio. La forma de análisis será el método Contextualizar, analizar y seleccionar, de esta manera las buenas prácticas se van a encontrar basadas en el contexto de la organización de igual manera el análisis del por qué la buena práctica funciona para la compañía.

Es este capítulo de la investigación se pretende abordar los siguientes objetivos específicos planteados

**Tabla 2. Desarrollo de los objetivos específicos en el Capítulo del Marco Metodológico.**

| <b>Objetivo</b>                     | <b>Actividad</b>           | <b>Instrumentos</b>               | <b>Meta</b>                 |
|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Diagnosticar las prácticas actuales | Aplicar un cuestionario al | Análisis de las respuestas de los | Comprender cómo gestiona la |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <p>de la organización con relación a la convergencia de IT/OT.</p>   | <p>Gerente de Automatización y Gerente de Activos. Presenciar procesos de análisis de riesgos para comprender las prácticas que se ejecutan.</p>   | <p>cuestionarios. (Instrumento Delphi)</p>   | <p>organización los proyectos digitales y si cuentan con un marco de gobernanza.</p>   |
| <p>Analizar el framework COBIT 2019 que contempla la convergencia entre los sistemas IT/OT para seleccionar las mejores prácticas.</p> | <p>Realizar una investigación para comprender cuáles de las buenas prácticas de los objetivos de gobernanza y gestión de COBIT 2019 son aplicables a los proyectos de convergencia tecnológica</p> | <p>Revisión literaria del marco de referencia COBIT 2019. Definir las buenas prácticas del framework que serán clave según la situación actual de la compañía. Seleccionar objetivos de gobernanza y gestión según la situación actual de la compañía y analizar los que fueran considerados aplicables por el contexto actual de la compañía.</p> | <p>Comprender el estado actual de la compañía y cuáles de los objetivos son más aplicables, esto basado en la selección y el análisis de mejores prácticas para diseñar una propuesta de mejores prácticas para proyectos digitales.</p> |

Fuente: Elaboración propia.

# Capítulo IV: Diagnóstico y análisis de resultados

Según lo expuesto en el capítulo anterior, este estudio se encuentra enfocado en la operación de Costa Rica y consistió en la aplicación de un cuestionario a los departamentos de automatización y gestión de activos, adicionalmente se realizaron algunas consultas de gobernanza a la gerencia de TI tanto regional como corporativa. Entrelazado con una investigación literaria basada en COBIT 2019.

## 1. Organización

La compañía se caracteriza por llevar a cabo actividades de la producción y distribución de bebidas en el país y cuenta con una trayectoria de más de 20 años en el mismo.

## 2. Gobernanza y esquema organizacional

### 2.1 Modelo de gobernanza

El modelo de gobernanza utilizado en la compañía impulsa la especialización, optimización de los procesos. Adicionalmente garantiza la coherencia en toda la cadena de suministro, lo que promueve la aplicación de las normas internas y la implementación rápida de las mejores prácticas.

### 2.2 Centros de excelencia.

Los Centros de Excelencia se caracterizan por ser el equipo que lidera la exploración y adopción de nuevas herramientas, técnicas o prácticas tecnológicas.

Para la compañía, el centro de excelencia se encarga de desarrollar políticas y lineamientos, definir modelos de operación en procesos y especificaciones técnicas de los procesos. Además de definir la implementación de normas globales y estándares, lo que se traduce en el establecimiento e implementación de toda la gobernanza de la organización.

Dentro de sus roles y responsabilidades se encuentran alinear la estrategia de la organización con la de la cadena de suministro y centrarse en el cliente, esto mediante la definición de la estrategia a largo plazo y que se encuentre alineada con el plan de negocio. A su vez las métricas estratégicas del negocio deben ser definidas por el centro de excelencia.

## 2.3 Staff países

Dentro de las responsabilidades de los Staff países está garantizar la implementación a segundo nivel del servicio a clientes, costos y productividad. Por lo tanto los staff de países deben implementar las políticas, estándares y modelos que han sido establecidos previamente por el centro de excelencia. Adicionalmente dar soporte a la operación, desde el nivel táctico hasta el nivel operativo, alineados a lo que indique el corporativo. En temas de infraestructura son responsables de la ejecución y monitoreo. Lo que respecta a innovación deben co-desarrollarla de la mano del corporativo.

## 2.4 Unidades operativas

Son las responsables de enfocarse en la excelencia operativa y la mejora continua. Para lograr esta meta deben operar según los estándares establecidos por la organización. Cuando se realicen actividades de excelencia operativa se deben apalancar en los servicios de soporte país y el corporativo.

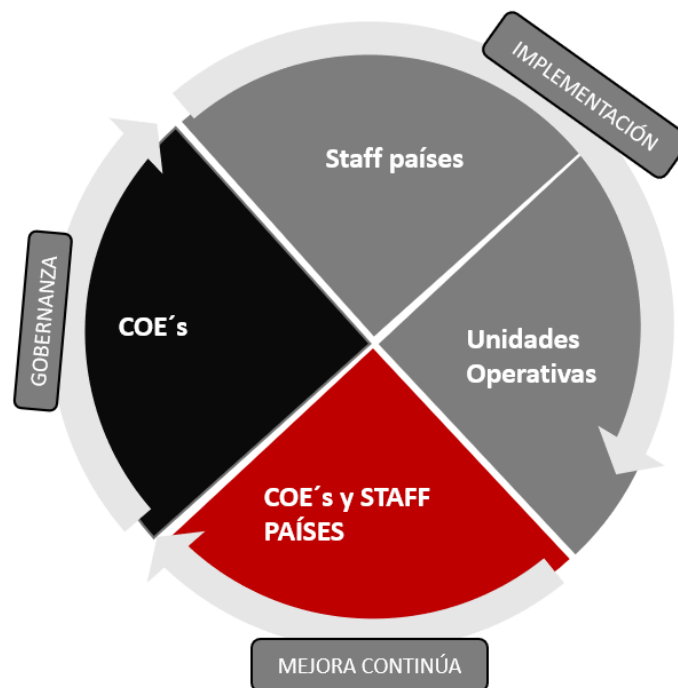


Figura 7. Modelo de gobernanza de la organización. Fuente: Elaboración propia.

## 2.5 Estructura organizacional

El tipo de estructura organizacional es centralizada, ya que si bien es cierto opera en distintos países y a nivel de mercadeo se puede adaptar, cuenta con una estructura jerárquica para la toma de decisiones.

Respecto a esta investigación se trabaja en conjunto con los departamentos de automatización, departamento de activos regional, el departamento de TI corporativo y regional, el departamento de Ciberseguridad OT regional y la Gerencia de Manufactura Costa Rica.

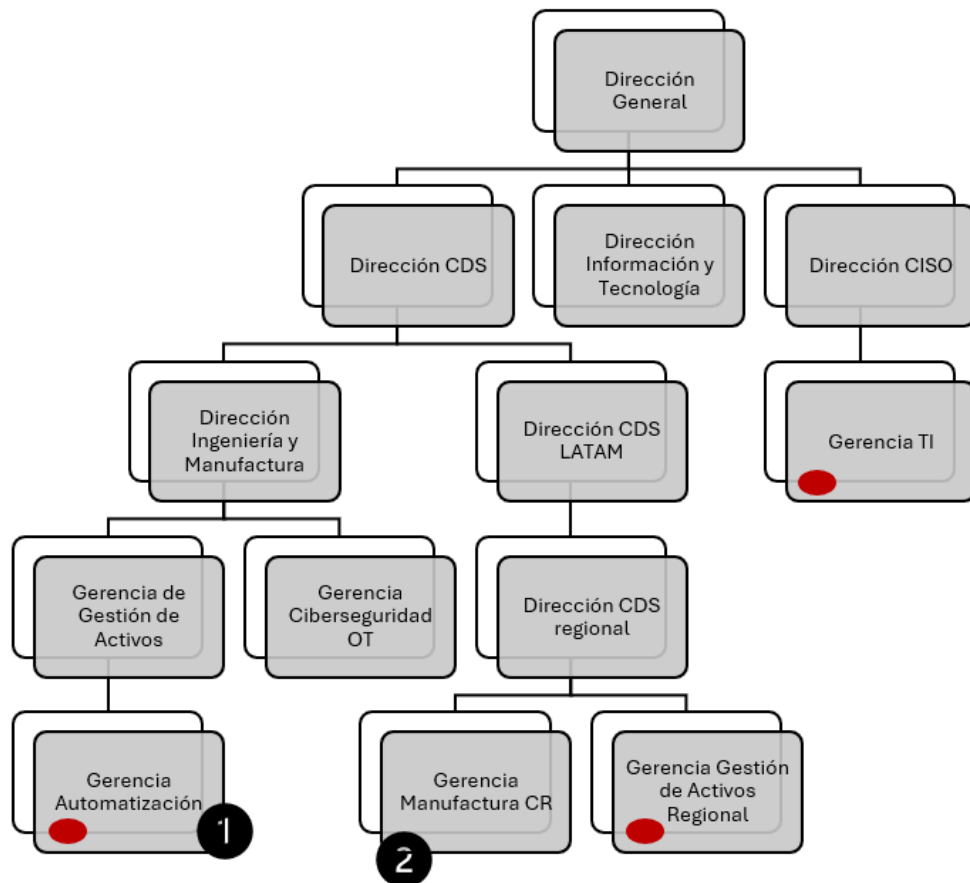


Figura 8. Organigrama de la organización. Fuente: Elaboración propia.

El departamento de automatización numerado como 1, es la que se encarga de establecer el sistema de gestión de gobernanza para que el departamento de Gestión de Activos regional supervise la ejecución de proyectos digitales dentro de la Gerencia

de Manufactura país numerada como 2, siempre alineados a lo establecido desde la gerencia de TI como gobernanza, para proyectos digitales.

Como se observa en la figura 8. Se cuenta con un departamento de automatización desde el centro de excelencia. Este departamento ha sido el encargado de desarrollar lo relacionado al modelo de trabajo para establecer políticas y estándares; de forma que se pueda llevar a cabo la implementación de la tecnología OT en las diferentes plantas de producción.

Desde la Dirección de Ingeniería y el centro de excelencia de Manufactura se establece lo relacionado a gobernanza y desarrollo de modelos para la ejecución de las automatizaciones en todas las plantas que conforman la compañía, esto desde el departamento de automatización.

El departamento de gestión de activos regional se encuentra en proceso de crecimiento, este departamento es el responsable de llevar a cabo la implementación de los proyectos relacionados con nuevas capacidades e infraestructura. Dentro de los roles y responsabilidades del departamento están:

- Planificar y programar los mantenimientos preventivos de las plantas de la región.
- Evaluar la confiabilidad del mantenimiento de los equipos, así como establecer tiempos de intervención en los mismos.
- Desarrollar el mantenimiento de toda la infraestructura de las plantas de la región.
- Asegurar el mantenimiento de toda la flotilla vehicular de las plantas y centros de distribución de la región.
- Dar seguimiento a todos los proyectos asignados en temas de crecimiento de capacidades (equipos, infraestructura y flotilla vehicular de la región).
- Dar seguimiento a todas las plantas de la región en temas relacionados a automatización y tecnología operacional.

La gerencia de Manufactura CR es en donde se desarrollan los proyectos asignados, dentro de sus responsabilidades está asegurar el desarrollo de los proyectos establecidos en tiempo y forma con la finalidad de permitir el crecimiento de sus capacidades productivas.

### 3. Desarrollo de la Gestión de la Tecnología Operacional

La compañía ha desarrollado en el lapso de 2010 al 2025 diversos esquemas de trabajo para asegurar el mantenimiento de los equipos. Inicialmente se aplicaron

modelos de trabajo reactivos, hasta modelos de trabajo más preventivos que se han empezado a desarrollar con el apalancamiento de tecnología operacional.

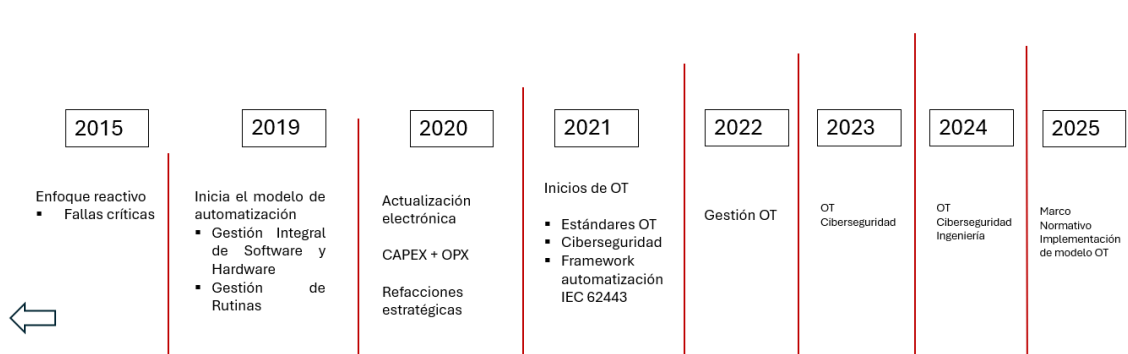


Figura 9. Línea de tiempo del desarrollo de la Gestión de la Tecnología Operacional.  
Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 9. La gestión de la tecnología operacional en la compañía se empezó a desarrollar desde 2015. El modelo de automatización inició con el control de las licencias de los PLC de los equipos, las rutinas de gestión de los mantenimientos de los equipos, de forma que la gestión sea más preventiva que reactiva.

Al crear el departamento de automatización en el año 2019, se prevé que este departamento pueda desarrollar los temas de manufactura 4.0 y ciberseguridad. Durante el año 2020 se inició con los trabajos sobre la actualización electrónica de los equipos, además de sus refacciones.

Durante el año 2021 se inició con la implementación de la tecnología operacional para la compañía y en el año 2022 construyó la gestión de Tecnología Operacional a través del equipo corporativo, seguidamente se siguió implementando y gestionando para las diferentes regiones de la compañía.

Durante el año 2023 se creó el departamento de Ciberseguridad de Tecnología Operacional. Durante el año 2024 inició la evolución del modelo hacia la integración de ingeniería-ciberseguridad y Tecnología Operacional.

En el año 2025, se ha emitido el marco normativo para el cumplimiento de la Tecnología Operacional en la instalación de nuevas tecnologías.

### 3.1 Modelo de Gestión Ingeniería-Ciberseguridad-Tecnología Operacional

El modelo de gestión Ingeniería-Ciberseguridad-Tecnología Operacional se ha emitido durante el primer trimestre del 2025. Este modelo de gestión integra requisitos en temas de ciberseguridad por parte de la casa matriz, además de las políticas que ha desarrollado la compañía basado en el IEC 62443 (Gestión de Riesgos) y lo que se establece del COBIT 2019.

El modelo de gestión seleccionado se fundamenta en el modelo Purdue, debido a la necesidad de considerar los diferentes niveles de conexión entre la tecnología operacional (OT) y las redes de tecnología de la información (TI). El modelo Purdue actúa como una guía estructural que permite verificar y controlar las interconexiones entre los distintos niveles del entorno industrial, asegurando que la comunicación entre sistemas operativos y corporativos se realice de forma segura y ordenada. Esta elección responde al objetivo estratégico de la organización orientado hacia la convergencia IT/OT, buscando una integración efectiva que optimice los procesos industriales, fortalezca la ciberseguridad y permita una gestión más eficiente de la información a lo largo de todos los niveles operativos.

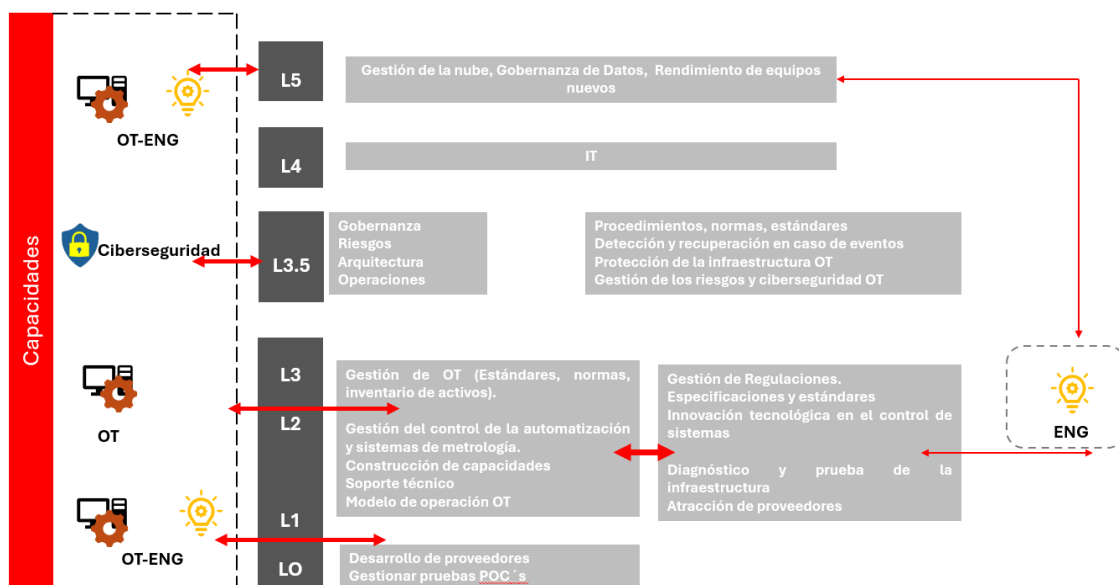


Figura 10. Modelo de Gestión Ingeniería-Ciberseguridad-Tecnología Operacional. Fuente: Elaboración propia.

Los diferentes niveles de este modelo se interpretan de la siguiente manera:

L0: Este nivel se encuentra relacionado con el proceso, son partes de un equipo que emiten señales importantes para el proceso y su gestión de mantenimiento.

L1: En este nivel se tienen los controles lógicos programables que se utilizan para controlar los procesos industriales y forma parte del control básico

L2: Este nivel corresponde a las pantallas a las que tiene acceso el operador del equipo para supervisar las señales emitidas por los equipos.

L3: Este nivel maneja los sistemas de operación para asegurar los flujos de trabajo

L3.5: En este nivel se da la convergencia OT/TI, los sistemas de la operación convergen con la red externa.

L4/L5: Los datos generados por la OT se empiezan a visualizar en los sistemas internos y externos de la compañía.

## 4. Gobernanza de Proyectos

La compañía cuenta con seis diferentes carteras de proyectos, las cuales son infraestructura, digital/transformacional, sostenibilidad, diseños de nuevos productos, flotilla vehicular y desastres naturales. El modelo establecido permite gestionar iniciativas y que se encuentra apegado a la metodología PMBOK.



Figura 11. Modelo de Gestión de Iniciativas y Proyectos. Fuente: Elaboración propia.

El modelo consta de seis fases en donde se trabaja en conjunto con la Dirección técnica & Cadena de suministro para iniciar con la alineación de las iniciativas y ya convertidos en proyectos con el Staff Países y las Unidades Operativas.

En la fase de iniciativas se inicia con la alineación estratégica que es la exposición de la necesidad mediante un brief, seguido a esto se realiza una junta de colaboración para dimensionar la necesidad e identificar partes interesadas del posible proyecto. Luego de esto pasa por el proceso de selección en donde se evalúa si va apegada a la estrategia organizacional del negocio, si aprueba la etapa de selección se convierte en proyecto.

Una vez denominado proyecto, se empieza a estructurar lo relacionado al presupuesto, se actualiza el alcance, se empiezan a evaluar riesgos y finaliza con la ejecución del kick-off.

Durante la etapa de ejecución se dan seguimientos desde la dirección técnica & cadena de suministro hacia los staff países y las unidades operativas para asegurar la correcta ejecución y gestión de los recursos, se cuentan con juntas trimestrales para conocer el avance de los proyectos. Una vez finalizado el proyecto se entrega a la unidad operativa para que una vez asegurado su éxito forme parte de los procesos de la misma.

A manera de conclusión con respecto al primer cuestionario, se encuentra que la compañía se encuentra desplegando el nuevo modelo de gestión que incluye las áreas de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional, pero aún se sigue trabajando en desarrollar temas de gobierno.

Respecto al segundo cuestionario, para el diseño y planeación de proyectos digitales aún no se cuenta con una metodología establecida para darle la formalidad al proceso. Por lo que los análisis de riesgos no se realizan de forma integral y la definición de los criterios de calidad para los proyectos se establece por separado en cada una de las áreas.

## 5. Resultados de la revisión literaria

### 5.1 COBIT 2019 dentro de la organización

La organización ha adoptado los lineamientos establecidos por la casa matriz en materia de seguridad de la información y protección de activos, implementando COBIT 2019 como marco de referencia para alinear la gestión de la seguridad de TI con los objetivos estratégicos del negocio. Esta adopción tiene como propósito asegurar que la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información almacenada en los activos tecnológicos se mantenga protegida mediante la aplicación de controles y prácticas de seguridad adecuados, basado en los principios de gobernanza establecidos por el marco. Según lo expuesto anteriormente, realiza la revisión literaria de los apartados más importantes para el desarrollo de un sistema de gobierno basado en COBIT 19.

### 5.1.1 COBIT 2019 y la gestión de proyectos

El marco de referencia COBIT 2019, proporciona un modelo integral para la gobernanza y gestión de las tecnologías de la información, cuyo propósito es garantizar que el uso de TI genere valor para el negocio, al mismo tiempo que se controlan los riesgos y recursos asociados. Dentro de este enfoque, la gestión de proyectos se considera una función crítica para lograr la ejecución efectiva de las estrategias empresariales y la entrega de beneficios esperados.

Reconocer a las partes interesadas dentro del gobierno corporativo es un aspecto fundamental para la aplicación efectiva de COBIT 2019, ya que permite asegurar los beneficios derivados de este marco de referencia. Su implementación busca maximizar el valor de las inversiones en TI, identificando los activos que no generan el retorno esperado y vinculándose con iniciativas de mejora o proyectos estratégicos orientados a fortalecer la creación de valor empresarial.

Asimismo, COBIT 2019 contribuye a la optimización del riesgo, entendiendo que éste se asocia al uso, propiedad, operación e influencia de las tecnologías de la información dentro de la organización. En este sentido, el marco promueve la preservación del valor corporativo mediante una gestión equilibrada entre los beneficios, los riesgos y los recursos, siendo aplicable a todas las áreas funcionales de la empresa.

La optimización de recursos constituye otro de los pilares del marco, asegurando que la organización disponga de las capacidades adecuadas para ejecutar su plan estratégico, así como de recursos suficientes, eficaces y sostenibles. COBIT impulsa la construcción de una infraestructura tecnológica integrada y eficiente, la incorporación de nuevas tecnologías conforme a las necesidades del negocio, y la actualización o sustitución de sistemas obsoletos. Además, reconoce la relevancia del factor humano, fomentando la formación, retención y desarrollo de competencias del personal clave de TI. Los datos y la información también son considerados recursos estratégicos, cuya correcta gestión y explotación contribuyen a generar un valor óptimo para la organización.

COBIT 2019 ofrece un enfoque integral que permite alinear las expectativas de las partes interesadas con los objetivos del negocio, facilitando la evaluación de beneficios, capacidades y riesgos al emprender iniciativas o proyectos tecnológicos. Con ello se promueve una gestión eficiente de los recursos y presupuestos,

reduciendo la aparición de imprevistos y aumentando la probabilidad de éxito en la ejecución de los proyectos.

### 5.1.2 Los principios de COBIT

COBIT establece seis principios básicos para desarrollar la gobernanza aplicando este marco de referencia. De tal manera que puedan funcionar como requisitos fundamentales para crear el sistema de gobierno de la compañía.

1. Cada empresa necesita un sistema de gobierno para satisfacer las necesidades de las partes interesadas y generar valor del uso de TI. El valor refleja un equilibrio entre el beneficio, el riesgo y los recursos, y las empresas necesitan una estrategia y un sistema de gobierno práctico para materializar este valor.
2. Un sistema de gobierno para TI de la empresa se crea a partir de una serie de componentes que pueden ser de distinto tipo y que funcionan conjuntamente de forma holística.
3. Un sistema de gobierno debería ser dinámico. Esto significa que cada vez que se cambian uno o más factores del diseño (p. ej. un cambio de estrategia o tecnología), debe considerarse el impacto de estos cambios en el sistema GETI. Una visión dinámica de la GETI llevará a un sistema de GETI preparado para el futuro.
4. Un sistema de gobierno debería distinguir claramente entre actividades de gobierno y gestión, y estructuras.
5. Un sistema de gobierno debería personalizarse de acuerdo con las necesidades de la empresa, utilizando una serie de factores de diseño como parámetros para personalizar y priorizar los componentes del sistema de gobierno.
6. Un sistema de gobierno debería cubrir la empresa de principio a fin, centrándose no solo en la función de TI sino en todo el procesamiento de tecnología e información que la empresa pone en funcionamiento para lograr sus objetivos, independientemente de dónde se realice el procesamiento en la empresa.



Figura 12. Principios de Gobierno para la aplicación del COBIT 19. Fuente: COBIT 19.

### 5.1.3 Los principios para un marco de gobierno

Un marco de gobierno es un conjunto de principios, políticas, procesos y prácticas que guían la toma de decisiones y la gestión de la organización. Para ello se basa en normas, estructuras de organización, procedimientos, partes interesadas y mecanismos para el control.

Los principios se explican de la siguiente manera:

1. Un marco de gobierno se debería basar en un modelo conceptual que identifique los componentes principales y las relaciones entre componentes para maximizar la uniformidad y permitir la automatización.
2. Un marco de gobierno debería ser abierto y flexible. Debería permitir la incorporación de nuevo contenido y la capacidad para abordar nuevos asuntos de la forma más flexible, mientras mantiene la integridad y uniformidad.
3. Un marco de gobierno debería alinearse con los principales estándares, marcos y regulaciones relacionados.

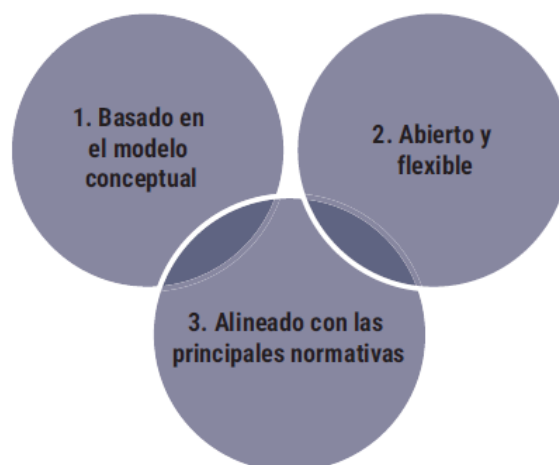


Figura 13. Principios del marco de Gobierno. Fuente: COBIT 19.

## 5.1.4 Objetivos de Gobierno y Gestión

Un objetivo de gobierno está relacionado con un proceso de gobierno mientras que un objetivo de gestión está relacionado con un proceso de gestión. Los consejos de administración y la dirección ejecutiva suelen ser responsables de los procesos de gobierno, mientras que los procesos de gestión pertenecen al dominio de la alta y media gerencia.

Los objetivos de gobierno y gestión de COBIT se agrupan en cinco dominios. Los dominios se nombran mediante verbos que expresan el propósito clave y las áreas de actividad del objetivo que tienen:

1. Los objetivos de gobierno se agrupan en el dominio Evaluar, Dirigir y Monitorizar (EDM). En este dominio, el organismo de gobierno evalúa las opciones estratégicas, direcciona a la alta gerencia con respecto a las opciones estratégicas elegidas y monitoriza la consecución de la estrategia.

Los objetivos de gestión se agrupan en cuatro dominios:

1. Alinear, Planificar y Organizar (APO) aborda la organización general, estrategia y actividades de apoyo para las TI.
2. Construir, Adquirir e Implementar (BAI) se encarga de la definición, adquisición e implementación de soluciones de TI y su integración en los procesos de negocio.
3. Entregar, Dar Servicio y Soporte (DSS) aborda la ejecución operativa y el soporte de los servicios de TI, incluida la seguridad.

4. Monitorizar, Evaluar y Valorar (MEA) aborda la monitorización y la conformidad de TI con los objetivos de desempeño interno, los objetivos de control interno y los requerimientos externos.

### 5.1.5 Componentes de un sistema de gobierno

Cada empresa debe establecer, personalizar y sostener un sistema de gobierno creado a partir de una serie de componentes, esto con el objetivo de cumplir con los objetivos de gobierno y gestión.

Los componentes pueden ser de diversos tipos. Los más comunes son procesos. Sin embargo, los componentes de un sistema de gobierno incluyen también estructuras organizativas; políticas y procedimientos; elementos de información; cultura y comportamiento; habilidades y competencias; y servicios, infraestructura y aplicaciones.

Los componentes del sistema de gobierno se enlistan de la siguiente manera:

1. Los procesos describen una serie de prácticas y actividades organizadas para lograr determinados objetivos y producir una serie de resultados que contribuyan a la consecución de la totalidad de los objetivos relacionados con las TI.
2. Las estructuras organizativas son las entidades clave de toma de decisiones en una empresa.
3. Los principios, las políticas y los marcos convierten el comportamiento deseado en orientación práctica para la gestión del día a día.
4. La información es generalizada a lo largo de cualquier organización e incluye toda la información producida y utilizada por la empresa. COBIT se centra en la información requerida para el funcionamiento eficaz del sistema de gobierno de la empresa.
5. La cultura, la ética y el comportamiento de los individuos y de la empresa son, a menudo, subestimados como un factor de éxito de las actividades de gobierno y gestión.
6. Las personas, las habilidades y las competencias son necesarias para tomar buenas decisiones, ejecutar acciones correctivas y completar satisfactoriamente todas las actividades.
7. Los servicios, la infraestructura y las aplicaciones incluyen la infraestructura, la tecnología y las aplicaciones que brindan a la empresa un sistema de gobierno para el procesamiento de TI.



Figura 14. Componentes COBIT de un sistema de gobierno. Fuente: COBIT 19.

### 5.1.6 Factores de diseño para el sistema de gobierno

Los factores de diseño son factores que pueden influir en el diseño del sistema de gobierno de una empresa y posicionarla para que tenga éxito al usar la TI.

**1. Estrategia de la empresa:** Las empresas pueden contar con distintas estrategias, que pueden expresarse como uno o más de los arquetipos. Las organizaciones suelen contar con una estrategia principal y, como mucho, una estrategia secundaria. La estrategia empresarial cuenta con cuatro arquetipos que son:

- A. Crecimiento/Adquisición: La empresa se centra en el crecimiento por ingresos.
- B. Innovación/Diferenciación: La empresa debe centrarse en ofrecer productos y servicios diferentes y/o innovadores a sus clientes.
- C. Liderazgo en costos: La empresa debe centrarse en la minimización de costes a corto plazo.
- D. Servicio al cliente/Estabilidad: La empresa se centra en proporcionar un servicio estable y orientado al cliente.

**2. Objetivos empresariales que soporten la estrategia empresarial:** La estrategia empresarial se logra mediante una serie de metas empresariales.

Estos objetivos se definen en el marco de referencia COBIT, se estructuran en torno a las dimensiones del cuadro de mando integral.

| Referencia | Dimensión del cuadro de mando integrado (Balanced Scorecard, BSC) | Meta empresarial  |
|------------|---|---|
| EG01       | Financiera  | Portafolio de productos y servicios competitivos                      |
| EG02       | Financiera  | Gestión de riesgo de negocio  |
| EG3        | Financiera  | Cumplimiento de leyes y regulaciones externas                         |
| EG4        | Financiera  | Calidad de la información financiera                                  |
| EG5        | Cliente   | Cultura de servicio orientada al cliente                              |
| EG6        | Cliente   | Continuidad y disponibilidad del servicio del negocio                 |
| EG7        | Cliente   | Calidad de la información de gestión                                  |
| EG8        | Interna   | Optimización de la funcionalidad de los procesos internos del negocio |
| EG9        | Interna   | Optimización de costes de los procesos del negocio                    |
| EG10       | Interna   | Habilidades, motivación y productividad del personal                  |
| EG11       | Interna   | Cumplimiento de las políticas internas                                |
| EG12       | Crecimiento   | Gestión de programas de transformación digital                        |
| EG13       | Crecimiento   | Innovación de productos y negocios                                    |

Figura 15. Factores de diseño para las metas empresariales. Fuente: COBIT 2019.

- 3. El perfil de riesgo de la empresa y los problemas actuales relacionados con TI:** El perfil de riesgo identifica los tipos de riesgos relacionados con TI a los que está expuesta la empresa en la actualidad e indica qué áreas de riesgo se exceden. Se enlistan diecinueve tipos de riesgos por perfil en la figura 16.

| Referencia | Categoría de riesgo   |
|------------|---|
| 1          | Toma de decisiones sobre inversiones en TI, definición y mantenimiento del portafolio |
| 2          | Gestión del ciclo de vida de programas y proyectos                                    |
| 3          | Coste y supervisión de TI   |
| 4          | Experiencia, habilidades y comportamientos de TI                                      |
| 5          | Arquitectura de la empresa/TI   |
| 6          | Incidentes de infraestructura operativa de TI   |
| 7          | Acciones no autorizadas   |
| 8          | Adopción de software/problemas de uso   |
| 9          | Incidentes de hardware  |
| 10         | Fallos de software  |
| 11         | Ataques lógicos (hacking, malware)  |
| 12         | Incidentes de terceros/proveedores externos   |
| 13         | Incumplimiento  |
| 14         | Problemas geopolíticos  |
| 15         | Acción sindical   |
| 16         | Desastres naturales   |
| 17         | Innovación tecnológica  |
| 18         | Medio ambiente  |
| 19         | Gestión de información y datos  |

Figura 16. Categorías de perfil de riesgos por factores de diseño.

- 4. Problemas relacionados con TI:** Un método asociado para una valoración de riesgos de TI de la empresa consiste en considerar a qué problemas relacionados con TI se enfrenta o, dicho de otro modo, qué riesgo relacionado

con TI se ha materializado. Se enlistan veinte tipos de referencias de problemas relacionados con TI, en la figura 17.

| Referencia | Descripción   |
|------------|---|
| A          | Frustración entre distintas unidades de TI a través de la organización debido a una percepción de baja contribución al valor del negocio  |
| B          | Frustración entre distintos departamentos de la empresa (por ej. el cliente de TI) y el departamento de TI debido a iniciativas fallidas o una percepción de baja contribución al valor del negocio           |
| C          | Incidentes significativos relacionados con TI, como pérdida de datos, brechas de seguridad, fracaso de proyectos y errores de aplicaciones, relacionados con TI   |
| D          | Problemas de entrega del servicio por parte de los terceros de TI   |
| E          | Incumplimiento de los requerimientos regulatorios o contractuales relacionados con TI   |
| F          | Hallazgos habituales de auditoría u otros informes de evaluación sobre un pobre desempeño de TI o notificación de problemas en la calidad del servicio de TI  |
| G          | Importantes gastos ocultos y fraudulentos en TI, es decir, gasto en TI por departamentos de usuarios fuera del control de los mecanismos normales de decisión de inversión y los presupuestos aprobados de TI |
| H          | Duplicidades o solapamientos entre varias iniciativas u otras formas de desperdicio de recursos   |
| I          | Recursos de TI insuficientes, personal con habilidades inadecuadas o personal agotado/insatisfecho  |
| J          | Cambios o proyectos habilitados por TI no satisfacen a menudo las necesidades del negocio y que se ejecutan tarde o por encima del presupuesto  |
| K          | Resistencia de los miembros del consejo de administración, ejecutivos o alta gerencia a involucrarse en las TI o una falta de patrocinio empresarial comprometido con TI                                      |
| L          | Modelo operativo de TI complejo y/o mecanismos de decisión confusos para las decisiones relacionadas con TI   |
| M          | Coste de TI excesivamente alto  |
| N          | Implementación obstaculizada o fallida de nuevas iniciativas o innovaciones causada por la arquitectura y sistemas de TI actuales   |
| O          | Brecha entre conocimiento tecnológico y empresarial, lo que lleva a que los usuarios del negocio y los especialistas en TI hablen lenguajes distintos   |
| P          | Problemas habituales con la calidad de los datos y la integración de datos de distintas fuentes   |
| Q          | Nivel elevado de informática de usuario final, lo que genera (entre otros problemas) una falta de supervisión y control de calidad sobre las aplicaciones que se están desarrollando y colocando en operación |
| R          | Los departamentos del negocio implementan sus propias soluciones de información con poco o ningún involucramiento del departamento de TI de la empresa. <sup>16</sup>   |
| S          | Ignorancia y/o incumplimiento de las regulaciones de privacidad   |
| T          | Incapacidad para explotar nuevas tecnologías o innovar utilizando I&T   |

Figura 17. Factor de diseño de problemas relacionados con TI. Fuente: COBIT 2019.

5. **Panorama de amenazas:** El panorama de amenazas bajo el cual opera la empresa puede clasificarse en dos tipos:
  - A. Alto: Debido a su situación geopolítica, sector industrial o perfil específico, la empresa funciona en un entorno de amenazas elevadas.
  - B. Normal: La empresa funciona bajo lo que se consideran niveles de amenaza normales.
6. **Requerimientos de cumplimiento:** Los requerimientos de cumplimiento a los que la empresa está sujeta pueden clasificarse en tres tipos:
  - A. Requerimientos de cumplimiento bajos: La empresa está sujeta a un conjunto de requerimientos de cumplimiento mínimos que son inferiores a la media.
  - B. Requerimientos de cumplimiento normales: La empresa está sujeta a un conjunto de requerimientos de cumplimiento comunes a las distintas industrias.

C. Requerimientos de cumplimiento altos: La empresa está sujeta a requerimientos de cumplimiento más elevados de lo normal, en la mayoría de los casos relacionados con el sector industrial y las condiciones geopolíticas.

**7. Rol de TI:** El rol de TI para la empresa puede clasificarse de cuatro formas que son:

A. Soporte: TI no es crucial para el funcionamiento y la continuidad de los procesos y servicios del negocio ni para su innovación.

B. Fábrica: Cuando las TI fallan, hay un impacto inmediato en el funcionamiento y continuidad de los procesos y servicios del negocio. Sin embargo, las TI no se consideran un factor impulsor de la innovación de procesos y servicios del negocio.

C. Cambio: Las TI se consideran un factor impulsor de la innovación de procesos y servicios del negocio. En este momento, sin embargo, no hay una dependencia crítica en TI para el funcionamiento y la continuidad actual de los procesos y servicios del negocio.

D. Estratégico: Las TI son críticas para el funcionamiento e innovación de los procesos y servicios del negocio de la organización.

**8. Modelo de abastecimiento para TI:** El modelo de abastecimiento que la empresa adopta puede clasificarse en cuatro tipos:

A. Tercerización: La empresa requiere los servicios de un tercero para proporcionar servicios de TI.

B. Nube: La empresa maximiza el uso de la nube para proporcionar servicios de TI a sus usuarios.

C. Internalizado: La empresa aporta su propio personal y servicios de TI.

D. Híbrido: Se aplica un modelo híbrido que combina los otros tres modelos en distintos grados.

**9. Métodos de implementación de TI:** Los métodos que la empresa adopta pueden clasificarse en cuatro tipos:

A. Ágil: La empresa utiliza los métodos de desarrollo de trabajo Ágil para su desarrollo de software.

B. DevOPs: La empresa usa los métodos de trabajo DevOps para la creación, despliegue y operaciones de software.

C. Tradicional: La empresa usa un método más clásico para el desarrollo de software (cascada) y separa el desarrollo de software de las operaciones.

D. Híbrido: La empresa usa una mezcla de implementación de TI tradicional y TI moderna, a la que solemos referirnos como «TI bimodal».

**10. Estrategia de adopción de tecnología:** La estrategia de adopción de tecnología puede clasificarse de tres maneras:

- A. El que primero se mueve: La empresa suele adoptar nuevas tecnologías lo antes posible e intenta lograr la «ventaja del que primero se mueve».
- B. Seguidor: La empresa suele esperar a que las nuevas tecnologías se generalicen y pongan a prueba antes de adoptarlas.
- C. Adoptadores lentos: La empresa tarda mucho en adoptar las nuevas tecnologías.

**11. Tamaño de la empresa:** Se identifican dos categorías que son las siguientes:

- A. Empresa grande: Empresa con más de 250 empleados que laboran a tiempo completo.
- B. Pequeñas y medianas empresas: Empresa con entre 50 y 250 empleados que laboran a tiempo completo.

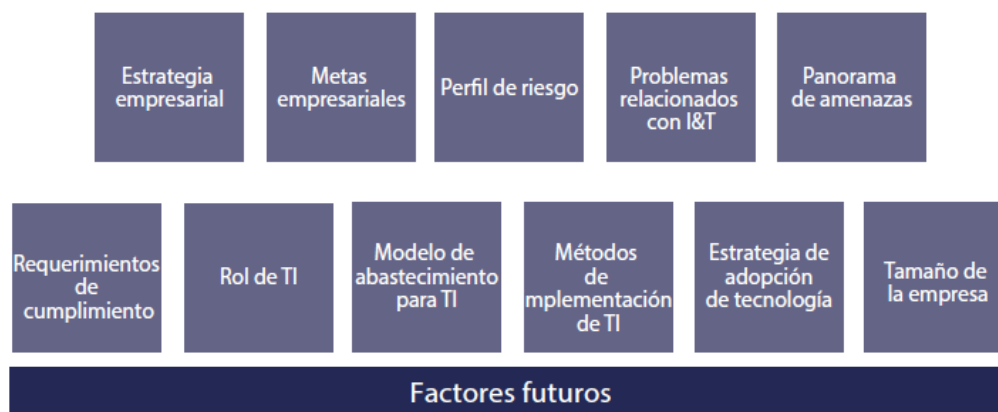


Figura 18. Factores de diseño para un sistema de Gobierno basado en COBIT, enlistado en el apartado Factores de diseño del 1 al 11. Fuente: COBIT 2019.

### 5.1.7 Mejores prácticas basadas en los objetivos de gobierno y gestión de COBIT 2019.

COBIT 2019 cuenta con cuarenta objetivos de gobernanza y gestión que se encuentran divididos en cinco dominios, los cuales son:

- **EDM (Evaluar, dirigir y monitorear):** supervisar la estrategia de TI y garantizar que se alinee con los objetivos comerciales.
- **APO (Alinear, planificar y organizar):** planificar y organizar iniciativas y recursos de TI para alinearse con las estrategias comerciales.
- **BAI (Construir, adquirir e implementar):** gestionar el desarrollo, la adquisición y la implementación de sistemas de TI.
- **DSS (Entrega, servicio y soporte):** gestión de las operaciones diarias y gestión de servicios de los sistemas de TI.
- **MEA (Monitorear, evaluar y valorar):** monitorear y evaluar el desempeño de TI y garantizar el cumplimiento de los requisitos externos e internos.

Se revisarán los cuarenta objetivos de gobierno y gestión de COBIT 19 con la finalidad de identificar prácticas adecuadas en la convergencia IT/OT basados en la situación actual de la compañía en estudio y de esta forma se establecerán en cuales la investigación se enfocará y su debida justificación. Revisar el Anexo 3. Tabla de selección de los objetivos de gobernanza y gestión de COBIT 2019 con relevancia, según la situación actual de la compañía para desarrollar una metodología de proyectos digitales donde convergen las tecnologías IT/OT

Finalmente se realizará un análisis basado en los objetivos que fueron seleccionados, este análisis se realizará con las prácticas que son claves para el objetivo de gestión correspondiente. Revisar el Anexo 4. Tabla de análisis de los objetivos de gobierno y gestión de COBIT 2019 por buenas prácticas.

## 6. Conclusión del análisis de los objetivos de gestión y las prácticas de cada uno de los objetivos

Por las justificaciones establecidas en el Anexo 4 Análisis de los objetivos de gobierno y gestión de COBIT 2019. Los objetivos de gestión han sido revisados del marco de referencia COBIT 2019.

Se han seleccionado los siguientes objetivos, con sus respectivas prácticas para el diseño de la guía de buenas prácticas que se desarrollará en el capítulo cinco como propuesta de la solución.

**Tabla 3. Selección de los objetivos de gestión de COBIT 2019 con sus respectivas prácticas para la ejecución de proyectos digitales**

| Referencia | Nombre del objetivo                                 | Buena práctica  |
|------------|---|---|
| EDM05      | Asegurar la participación de las partes interesadas | Evaluar el compromiso y los requisitos de reportes de las partes interesadas. |

|       |   |  |
|-------|---|--|
|       |   | Dirigir el compromiso, comunicación y reporte de las partes interesadas.     |
| APO02 | Gestionar la estrategia                   | Comprender el contexto y la dirección de la empresa.                         |
|       |   | Evaluar las capacidades, rendimiento y madurez digital actual de la empresa. |
|       |   | Definir las capacidades digitales objetivo                                   |
|       |   | Llevar a cabo un análisis de brecha  |
|       |   | Definir el plan estratégico y el mapa de ruta                                |
|       |   | Comunicar la dirección y estrategia de TI.                                   |
|       |   | APO12  |
|       |   | Analizar el riesgo.  |
|       |   | Mantener un perfil de riesgo.  |
|       |   | Articular el riesgo.   |
|       |   | Definir un portafolio con acciones de gestión de riesgos.                    |
|       |   | Responder al riesgo.   |
| BAI02 | Gestionar la definición de requerimientos | Definir y mantener los requisitos funcionales y técnicos del negocio.        |
|       |   | Gestionar el riesgo de los requisitos  |
| BAI06 | Gestionar los cambios de TI               | Evaluar, priorizar y autorizar solicitudes de cambio.                        |

|       |  |  |
|-------|--|--|
|       |  | Gestionar cambios de emergencia.   |
|       |  | Hacer seguimiento e informar sobre cambios de estado.  |
|       |  | Cerrar y documentar los cambios.   |
| BAI11 | Gestionar proyectos                                      | Mantener un enfoque estándar en la gestión de proyectos.   |
|       |  | Establecer e iniciar un proyecto.  |
|       |  | Gestionar la participación de las partes interesadas.  |
|       |  | Desarrollar y mantener el plan del proyecto.   |
|       |  | Gestionar la calidad del proyecto.   |
|       |  | Gestionar el riesgo del proyecto.  |
|       |  | Supervisar y controlar los proyectos.  |
|       |  | Gestionar los recursos del proyecto y los paquetes de trabajo.   |
|       |  | Cerrar un proyecto o iteración.  |
| DSS05 | Gestionar los servicios de seguridad                     | Gestionar la seguridad de la conectividad y de la red.   |
|       |  | Gestionar las vulnerabilidades y monitorizar la infraestructura para detectar eventos relacionados con la seguridad. |
| MEA03 | Gestionar el cumplimiento de los requerimientos externos | Identificar los requisitos externos de cumplimiento.   |
|       |  | Confirmar el cumplimiento externo.   |

# Capítulo V: Propuesta de solución

## 1) Estado actual de la organización

La gobernanza y la arquitectura empresarial ya ha sido definida desde el centro de excelencia. Se trabaja sobre el desarrollo de las estructuras en los staff países y unidades operativas, esto para poder contar con el personal adecuado en los proyectos que aplican la convergencia IT/OT.

La compañía ha elegido apearse al marco de referencia COBIT 2019, razón por la que en el año 2025 la organización se encuentra trabajando desde TI para utilizar COBIT 2019 como su marco de referencia, adicionalmente es conveniente resaltar que la casa matriz ha adoptado este marco de referencia para todo lo relacionado con TI en los procesos de negocio.

## 2) Propuesta para la guía de buenas prácticas aplicado a la gestión de proyectos digitales

En la figura 19, se enlistan ocho buenas prácticas asociadas con los objetivos de gestión de COBIT 2019; estos objetivos fueron seleccionados en el capítulo IV, para la gestión de proyectos; por lo cual serán el enfoque para generar una guía de mejores prácticas asociadas a los proyectos de integración IT/OT.

| EDM   | APO  | BAI   | DSS                                  | MEA  |
|---|--|---|--------------------------------------|--|
| Asegurar la participación de las partes interesadas | Gestionar la estrategia<br>Gestionar riesgos | Gestionar la definición de requerimientos<br>Gestionar los cambios de TI<br>Gestionar proyectos | Gestionar los servicios de seguridad | Gestionar el cumplimiento de los requerimientos externos |

Figura 19. Definición de las mejores prácticas de los objetivos de gestión de COBIT 2019 para la gestión de proyectos digitales con convergencia IT/OT.

## Desarrollo de la solución

La finalidad de este apartado es establecer el enfoque de los objetivos de gestión de proyectos y gestión de cambios de TI, orientado a la elaboración de una guía de mejores prácticas aplicables a entornos de integración IT/OT.

El objetivo, asegurar la participación de las partes interesadas, si bien es cierto es un objetivo de gobierno, debe estar adecuadamente desarrollado, para asegurar el control y la dirección de la organización. Por ser un objetivo de tipo estratégico no será desarrollado en la guía de buenas prácticas.

Los objetivos: gestionar la estrategia, gestionar los riesgos, gestionar la definición de requerimientos, gestionar los servicios de seguridad de TI y gestionar el cumplimiento de los requerimientos externos son objetivos para administrar la gobernanza de diferentes procesos, por lo que se recomienda su desarrollo en una fase posterior.

En esta etapa, la guía se enfocará en los objetivos gestionar los proyectos y gestionar los cambios de TI, considerados componentes operativos de la gestión. Su propósito es proporcionar lineamientos técnicos y procedimientos estandarizados que optimicen la ejecución, el control y la trazabilidad de las actividades de los proyectos de convergencia IT/OT.

Los objetivos de gobernanza mencionados responden a un nivel estratégico y requieren la definición de mecanismos de control, indicadores de desempeño y estructuras de toma de decisiones más amplias. Por lo que, la presente guía se crea como un instrumento de aplicación táctica que respalda la gobernanza institucional, asegurando la alineación con los objetivos corporativos y promoviendo la implementación eficiente, controlada y segura de las soluciones tecnológicas.

## 1) Descripción de la guía de buenas prácticas

El desarrollo de la guía de buenas prácticas cuenta con una estructura específica, inicialmente se plantea el objetivo general de la guía y un apartado de definiciones.

De tal forma que delimita el propósito central de la guía y las definiciones permiten aclarar conceptos técnicos.

Seguidamente se coloca el nombre de cada una de las buenas prácticas y se desarrolla el objetivo de las mismas, se establecen las actividades para el cumplimiento de cada buena práctica, el personal requerido y se cierra con el beneficio de aplicar cada una de las buenas prácticas.

La finalidad de este formato es tener claro porqué se recomienda la buena práctica, lo cual queda establecido en el objetivo. Las actividades a realizar para comprender la forma de su aplicación. Se define personal responsable para cada una de las tareas.

El apartado llamado resultados esperados, recalca la importancia de la buena práctica y cómo con su aplicación se pueden obtener resultados estructurados.

La guía de buenas prácticas de proyectos enfocada en la convergencia entre los sistemas IT/OT se encuentra en el Anexo 1, de este documento.

## 2) Criterio experto

En este apartado se utiliza el criterio experto para validar que la propuesta de solución, permite agregar valor a la gestión de proyectos en la gerencia de manufactura.

La revisión de la propuesta de solución fue analizada por Israel Andrade, Máster en Tecnologías de la Información e Inteligencia Analítica y Lizbeth Leiva Máster en Gestión Sostenible del Ambiente .

### **Resultados del criterio experto**

## Fortalezas de la guía de buenas prácticas

- La guía presenta una estructura clara y coherente, con secciones bien definidas que abarcan desde la planificación hasta el cierre del proyecto.
- Se destacan herramientas prácticas como matrices RACI, EDT y planes de gestión específicos (alcance, cronograma, calidad, riesgos, etc), lo cual facilita su aplicabilidad en entornos reales.
- La alineación con COBIT 2019 y el modelo de Purdue aporta solidez conceptual y técnica al enfoque propuesto.
- La definición de roles y responsabilidades en la matriz RACI es clave en la definición del alcance del proyecto.
- Los aplicativos digitales en las industrias de manufactura son habilitadores que permiten eficientar y optimizar procesos. Generalmente requieren de una infraestructura existente o invertir en esa infraestructura para que puedan ser implementados. Este tipo de proyectos, no siguen alguna metodología para su desarrollo, se asume que existe toda la infraestructura y recursos para su integración. La guía de buenas prácticas de proyectos digitales establece una metodología que permite dar formalidad y orden a este tipo de proyectos, reducir los riesgos y garantizar una implementación exitosa.
- Alinear los proyectos digitales a las buenas prácticas del COBIT 2019, garantiza que los equipos de ingeniería integren los proyectos digitales a su portafolio de ejecución. El documento presenta los elementos principales para gestionar los proyectos de manera integral, considera la gestión de partes interesadas, asignación de recursos, gestión de riesgos, calidad de los proyectos, plan de ejecución y plan de comunicación.

## Puntos específicos de mejora

- Incorporar ejemplos reales o casos de estudio, que evidencien la aplicación de la guía en proyectos concretos.
- Incluir un capítulo que hable de la gestión del cambio para abrazar esta transformación cultural en los equipos de trabajo que permitan adoptar la herramienta y asegurar su uso en el tiempo.
- La gestión de validación de actualización de software y hardware es una actividad rutinaria que debe ejecutarse durante el tiempo de uso de la tecnología, a lo largo del ciclo de vida, esto mientras tales aplicativos digitales se encuentren en uso. Desde la óptica de gestor debe asegurarse que estas actualizaciones estén contempladas en la gestión de calidad del proyecto como un ítem a evaluar para su aceptación por parte del cliente final.
- El desarrollo de aplicativos digitales, también, implica la prueba de nuevas tecnologías, según Mckinsey el 70% de las pruebas de concepto digitales no tienen éxito y pasan a una etapa de implementación. Sería interesante desarrollar alguna metodología agile que permita probar rápido, a bajo costo y con alto potencial de valor.

### 3) Plan de implementación de la solución

En esta sección se desarrolla el plan de implementación de la propuesta de buenas prácticas para la gestión de proyectos digitales enfocados en la convergencia de sistemas IT/OT. Con la finalidad de aplicar el plan de implementación se deben tomar en cuenta los siguientes factores principales: tiempos, costos y recursos. Cabe resaltar que el plan se enfoca en la aplicación de las buenas prácticas propuestas.

El presupuesto establecido en costo y tiempo para la implementación de la guía será planteado a la gerencia de Gestión de activos y el departamento de capacitación y desarrollo, con la finalidad de que puedan evaluar algún cambio en los requerimientos. Las capacitaciones se impartirán de manera virtual por medio de la herramienta Microsoft teams.

#### Roles y responsabilidades

Es necesario definir roles para llevar a cabo la implementación correcta del plan de trabajo, por lo tanto:

- Gerente de activos: Encargado de dar el visto bueno de la propuesta.
- Especialista de capacitación: Encargado de asignar las horas de trabajo requeridas para la implementación de la propuesta, según la disponibilidad del equipo. Así como evaluar la efectividad de las capacitaciones bajo el modelo de Kirkpatrick.
- Jefaturas de áreas: Recibir las capacitaciones e implementar la nueva propuesta de gestión.
- Capacitador: Realizar las capacitaciones de la metodología, así como brindar el acompañamiento durante el proceso de implementación.

#### Factores que pueden afectar la implementación

El éxito de la implementación se puede ver afectado por los siguientes factores:

- Compromiso de la alta dirección y de mandos medios
- Participación y compromiso de los colaboradores en los cambios.
- Cumplimiento total del plan de entrenamiento.

## Riesgos del proceso de implementación

Se han identificado algunos riesgos, que se pueden presentar durante el proceso de implementación, por lo que se han enlistado a continuación con sus respectivas acciones para mitigarlos:

- La resistencia al cambio.

Forma de mitigar el riesgo: Realizar una presentación con el objetivo de mostrar las ventajas y lo importante de estandarizar la gestión de los proyectos

- La curva de aprendizaje de la guía propuesta

Forma de mitigar el riesgo: Una vez finalizado el proceso de implementación del plan de trabajo, seleccionar un proyecto y dar acompañamiento durante todas las etapas. esto para que una vez finalizado se pueda evaluar los resultados obtenidos, asegurándose la aplicación completa de las buenas prácticas.

## Actividades para la implementación del plan

El plan para la implementación de la solución propuesta se compone de las siguientes actividades:

1. Se entregará la guía de buenas prácticas al gerente de activos, para su revisión y se realizará una presentación de la solución propuesta.
2. Una vez aprobado por el gerente de activos, se le solicitará un espacio al especialista de capacitación para agendar una sesión de sensibilización a la gerencia de manufactura en donde se muestre las ventajas en la estandarización de gestión de proyectos y cómo las buenas prácticas permiten madurar el proceso de gestión, lo que implica disminuir gastos por desconocimiento en el mapeo de riesgos.

3. Se realizará una capacitación sobre la solución propuesta, donde se abordarán dos temas principales con una duración máxima de 4 horas cada uno, acompañados de ejemplos de proyectos anteriores para cada una de las etapas. A continuación, se definen los temas y subtemas que se desarrollarían en esta capacitación:

#### 1.1 Gestión de proyectos

##### 1.1.1 Metodología estandarizada en la gestión de proyecto

- Revisar requerimientos para el diseño del proyecto.

##### 1.1.2 Fase de inicio

- Establecer el acta de constitución del proyecto.
- Caso de negocio y presupuesto.

##### 1.1.3 Gestionar la participación de las partes interesadas

- Crear la matriz de partes interesadas.

##### 1.1.4 Plan de proyecto

- Establecer el plan de gestión de alcance, plan de gestión de requisitos, plan de gestión de cronograma, plan de gestión de calidad, plan de gestión de costos, plan de gestión de recursos, plan de gestión de comunicación, plan de gestión de riesgos, plan de gestión de adquisiciones y EDT

##### 1.1.5 Calidad del proyecto

- Crear la matriz de requerimientos y trazabilidad.

##### 1.1.6 Gestionar el riesgo del proyecto

- Crear la matriz de análisis de riesgos y tratamiento de riesgos.

##### 1.1.7 Controlar proyectos

- Establecer la estrategia para comunicar los cambios.

##### 1.1.8 Gestionar los recursos del proyecto y paquetes de trabajo

- Crear la matriz para control de recursos del proyecto.

##### 1.1.9 Cierre del proyecto

- Análisis de la documentación generada
- Conclusión y cierre del proyecto.

#### 2.1 Gestionar los cambio de TI

- Explicación de los pasos a seguir para gestionar cambios de TI
  - Creación del cronograma de trabajo
4. Seguimiento a un proyecto definido supervisando la aplicación de las buenas prácticas
  5. Cierre del proyecto, evaluación de la puesta en marcha de las buenas prácticas.

El tiempo establecido para la implementación de la solución se calculó basado en las horas de trabajo estimadas para cada actividad, por lo que la duración total será de 156 horas.

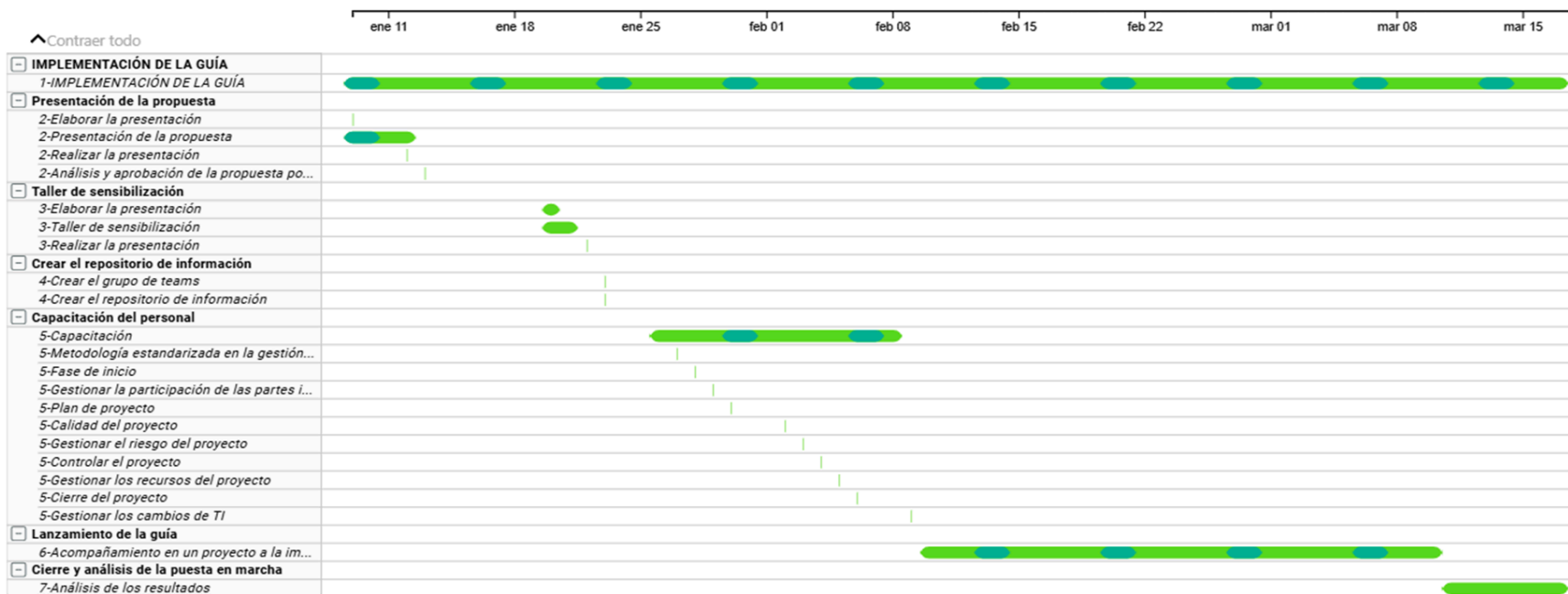


Figura 20. Cronograma de implementación de la solución, por etapas, establecido con respecto a la duración en horas de cada actividad

## Capítulo VI: Análisis financiero

En este capítulo se elabora un análisis financiero sobre la implementación de la guía de buenas prácticas para proyectos de convergencia IT/OT. Con el análisis realizado se pretende evidenciar los beneficios que obtendría la compañía si desea implementar la guía de buenas prácticas.

En la Tabla 10, se muestra, los ahorros no percibidos en un proyecto por la inadecuada ejecución de proyectos. El mayor fallo se encontró en la gestión de requisitos.

**Tabla 4. Ahorros no generados en un proyecto por una inadecuada ejecución de proyectos.**

|                        |               |
|------------------------|---------------|
| Costo del proyecto     | \$ 488,579.00 |
| Ahorro esperado        | \$ 21,557.00  |
| Retraso del proyecto   | 730 días      |
| Gestiones no aplicadas | 5             |
| Gestión de requisitos  |               |
| Gestión de calidad     |               |
| Gestión de costos      |               |
| Gestión del cronograma |               |
| Gestión de riesgos     |               |

Fuente: Elaboración propia.

Basado en el ahorro esperado, se realiza una proyección financiera respecto a los beneficios de aplicar la guía de buenas prácticas para proyectos de convergencia IT/OT.

Para la elaboración de este análisis financiero se parte de una serie de supuestos, que se explicarán a continuación:

- Se utiliza un proyecto como referencia, para analizar el impacto de los desperdicios generados por la gestión de proyectos.
- Las capacitaciones se realizarán dentro de horas laborales
- El beneficio esperado por la implementación de la guía de buenas prácticas se calcula en un porcentaje de reducción del 20%, sobre los ahorros no generados por los desperdicios actuales en los proyectos.
- Se considera una inversión inicial de \$6.240 por la capacitación en las herramientas planteadas.

- Adicionalmente se considera un 20% de ingresos a partir del segundo año, basado en el costo inicial del proyecto, por lo que los ingresos se estiman en \$4.311,40 a partir del segundo año. Esto debido al beneficio esperado por la implementación de la guía de buenas prácticas para proyectos digitales.
- Respecto a los egresos se asume que el primer año son de \$6.240. El segundo año será de \$1.000, y los años restantes disminuirán en un 50%. Estos egresos responden a un mantenimiento anual de equipos, que se requiere una vez el proyecto haya sido ejecutado.

|                        |             | 0 | 1           | 2           | 3          | 4          | 5          |
|------------------------|-------------|---|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| Ingresos               |             |   |             | \$4.311,40  | \$4.311,40 | \$4.311,40 | \$4.311,40 |
| Egresos                |             |   | -\$6.240,00 | -\$1.000,00 | -\$500,00  | -\$250,00  | -\$250,00  |
| Utilidad               |             |   | -\$6.240,00 | \$3.311,40  | \$3.811,40 | \$4.061,40 | \$4.061,40 |
| Inversión inicial      | -\$6.240,00 |   |             |             |            |            |            |
| Flujo neto en efectivo |             |   | -\$6.240,00 | -\$2.928,60 | \$882,80   | \$4.944,20 | \$9.005,60 |

Figura 21. Detalle del análisis financiero. Fuente: Elaboración propia

De dicho detalle, se obtienen los siguientes indicadores financieros:

|            |                   |
|------------|-------------------|
| <b>TIR</b> | <b>16%</b>        |
| <b>VAN</b> | <b>\$5.664,00</b> |
| <b>ROI</b> | <b>9,23</b>       |

Figura 22. Indicadores financieros clave. Fuente: Elaboración propia.

A manera de conclusión, según la proyección realizada y basado en los indicadores financieros del TIR y VAN, la implementación de la guía de buenas prácticas para proyectos de convergencia IT/OT se considera viable. Ya que, un resultado del indicador TIR (Tasa interna de retorno) positivo indica que la inversión es aceptable por lo que el proyecto generará valor.

El resultado del VAN (Valor actual neto) es positivo, lo cual indica que la inversión será rentable y se estará capitalizando los desperdicios que hoy en día se generan en la gestión de proyectos.

El ROI, se caracteriza por ser una métrica financiera que evalúa el rendimiento económico de una inversión en relación con su costo. Como se observa en la Figura 22, el valor del ROI es positivo. Lo que indica que, por la ejecución de la implementación de la guía de buenas prácticas la organización obtendrá beneficios.

# Capítulo VII: Conclusiones y recomendaciones

## Conclusiones

1. Basado en el diagnóstico de las prácticas actuales de la empresa, se identificó que la organización no cuenta con una metodología formalmente establecida para la gestión de proyectos de convergencia IT/OT. Durante la revisión de los proyectos que presentaban retrasos, se evidenció que una parte significativa de los costos adicionales se originaban por una gestión inadecuada de los proyectos.
2. Con el desarrollo de la guía de buenas prácticas de gestión de proyectos de convergencia IT/OT, basada en COBIT 2019, se logra una integración holística entre los procesos de TI con los sistemas industriales. De forma que se favorece la estandarización de los procesos de gobernanza en ambas estructuras y fortalece la alineación organizacional.
3. En relación al diagnóstico de las prácticas actuales de la organización, el seguimiento de los proyectos de integración tecnológica constituye un factor crítico para garantizar su éxito, ya que las actividades se desarrollan a lo largo de distintos procesos de la cadena de valor. La adopción de una metodología estandarizada de gestión permite alinear los esfuerzos de las áreas IT y OT, optimizar los recursos y mitigar los riesgos derivados de la falta de coordinación entre las partes involucradas. De esta manera, se asegura que la organización capitalice adecuadamente los beneficios de la inversión.
4. En base al desarrollo de la solución, específicamente en la buena práctica de gestionar la participación de las partes interesadas, se concluye que la comunicación bidireccional y estructurada entre las áreas de planificación y las unidades ejecutoras favorece la identificación y gestión oportuna de riesgos no detectados durante la etapa de planeación, asegurando la alineación entre equipos y la eficiencia en la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

## Recomendaciones

1. Se recomienda a la gerencia de manufactura, evaluar de manera periódica el nivel de madurez en la gestión de proyectos, con el fin de identificar brechas en los procesos, prácticas y competencias organizacionales. Esta evaluación permite determinar el grado de alineación con los marcos de referencia establecidos, de tal forma que se puedan generar planes de mejora continua orientados a fortalecer la gobernanza, la gestión del riesgo y la eficiencia operativa.
2. Establecer una figura de PMO para el área de manufactura, que pueda darle seguimiento a los diferentes proyectos que se desarrollan en esta gerencia. Esto para asegurar el cumplimiento de diferentes objetivos de gobierno y gestión.
3. De forma anual por parte de la gerencia de manufactura, revisar la capitalización de ahorros obtenida por proyectos, de tal forma que se pueda trazar el beneficio obtenido por cada una de las inversiones de proyectos.
4. Establecer espacios formales de retroalimentación entre las unidades ejecutoras y las áreas de planificación, al cierre del ciclo de vida del proyecto, favorece la optimización de procesos y metodologías, promoviendo la mejora continua y la transferencia de conocimiento dentro de la organización.

## Capítulo VIII: Análisis retrospectivo

La motivación para desarrollar este trabajo se fundamenta en el impacto transformador que la Manufactura 4.0 está ejerciendo sobre la gestión de proyectos en la industria moderna. Tradicionalmente, la administración de proyectos ha representado un reto para organizaciones de diversos sectores. No obstante, en los últimos años este desafío se ha intensificado como consecuencia de la adopción acelerada de tecnologías digitales.

La integración de la tecnología de la información con la tecnología operacional ha modificado de manera significativa la forma en que se diseñan, planifican y ejecutan los proyectos. Ya que esta convergencia de tecnologías introduce nuevas dependencias técnicas, mayores exigencias en materia de ciberseguridad, arquitecturas más complejas y modelos de operación basados en datos, lo cual incrementa la necesidad de enfoques de gestión más estructurados, flexibles y multidisciplinarios.

Debido a lo expuesto anteriormente, fue fundamental analizar cómo se llevan a cabo los proyectos de este tipo dentro de la organización, además de reconocer los puntos de mejora, para desarrollar una solución a esta problemática.

Este trabajo me enseñó a creer en mi capacidad para encontrar soluciones en áreas de alto nivel. Me enseñó a identificar puntos de mejora en procesos que se consideran robustos.

Estoy convencida que la maestría puede abrirse más a procesos industriales donde convergen los dos tipos de tecnología, ya que son áreas de crecimiento constante por los avances tecnológicos y sus integraciones.

# BIBLIOGRAFÍA

Ackerman, P. (2017). Industrial Cybersecurity. Packt Publishing.  
<https://cdn.ttgtmedia.com/rms/editorial/bookshelf-industrialcybersecurity-excerpt.pdf>

Al-Breiki, H; Rehman, M; Salah, K & Svetinovic, D. (2020). Trustworthy Blockchain Oracles: Review, Comparison, and Open Research Challenges. IEEE Access.  
[10.1109/ACCESS.2020.2992698](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2992698)

Arango, M; Londoño, J. & Zapata, J. (2010). ARQUITECTURA EMPRESARIAL – UNA VISIÓN GENERAL. Revista Ingenierías. Universidad de Medellín. [v9n16a09.pdf](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2992698)

Asghar, S; Rextina, G; Ahmed, T & Tamimy, M. (2020). THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION IN THE DEVELOPING NATIONS: CHALLENGES AND ROAD MAP. Commission on Science and Technology for Sustainable Development in the South (COMSATS) Islamabad, Pakistan.  
[https://www.southcentre.int/wp-content/uploads/2020/02/RP102\\_The-Fourth-Industrial-Revolution-in-the-Developing-Nations-Challenges-and-Road-Map\\_EN-1.pdf](https://www.southcentre.int/wp-content/uploads/2020/02/RP102_The-Fourth-Industrial-Revolution-in-the-Developing-Nations-Challenges-and-Road-Map_EN-1.pdf)

Arnau, L & Sala, J. (2020). La revisión de la literatura científica: Pautas, procedimientos y criterios de calidad. Universidad Autónoma de Barcelona.  
[https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2020/222109/revliltcie\\_a2020.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2020/222109/revliltcie_a2020.pdf)

AXELOS. (2020). Introductory Overview of ITIL® 4.  
<https://www.itsmf.co.uk/wp-content/uploads/2020/11/Introductory-Overview-of-ITIL4.pdf>

Barrios, P. (2022). Methodological framework for a digital thread between product lifecycle management and internet of things : application to the manufacturing industry. Eco-conception. Université de Technologie de Compiègne.

Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales. PEARSON EDUCACIÓN. Tercera edición.  
<https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

Bhole, Mukund & Kastner, Wolfgang & Sauter, Thilo. (2024). From Manual to Semi-Automated Safety and Security Requirements Engineering: Ensuring Compliance in Industry 4.0. 1-8. 10.1109/IECON55916.2024.10905636.  
[10.1109/IECON55916.2024.10905636](https://doi.org/10.1109/IECON55916.2024.10905636)

Chen, X & Voigt, T. (2020). Implementation of the Manufacturing Execution System in the food and beverage industry. Journal of Food Engineering. Vol 278.  
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.109932>

Cigref succeed with digital. (2019). IT/OT convergence A fruitful integration of information systems and operational systems.  
<https://www.cigref.fr/wp/wp-content/uploads/2020/02/Cigref-IT-OT-Convergence-Fruitful-integration-information-operational-systems-December-2019-EN.pdf>

Davis, R. (2012). Introducción a la gestión de activos. Institute of Asset Management. <https://eatechnology.com/media/idrjutri/introduccion-a-la-gestion-de-activos-espa%C3%B1ol.pdf>

DGA (Digital Government Authority). 2024. Guideline of Digital Project Management. [https://dga.gov.sa/sites/default/files/2024-08/Guideline%20of%20Digital%20Project%20Management%20-%20v1.0\\_0.pdf](https://dga.gov.sa/sites/default/files/2024-08/Guideline%20of%20Digital%20Project%20Management%20-%20v1.0_0.pdf)

Hanisch, M; Goldsby, C; Fabian, N & Oehmichen, J. (2023). Digital governance: A conceptual framework and research agenda. Journal of Business Research. Volume 162. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113777>.

C. Guerrero, J. Londoño, J. Suárez & L.Gutiérrez (2014). Estudio Comparativo de Marcos de Trabajo para el Desarrollo de Software Orientado a Aspectos. Información tecnológica, vol. 25. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642014000200008](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642014000200008)

FORTINET. (2025). Purdue Model Explained. <https://www.fortinet.com/resources/cyberglossary/purdue-model>

Gartner. (2021). *Market Guide for Operational Technology Security*. Gartner, Inc. <https://www.gartner.com/en/documents/3995558>

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

INCIBE. (2019). Ciberseguridad en el modelo de Purdue: dispositivos de nivel 1. <https://www.incibe.es/incibe-cert/blog/ciberseguridad-el-modelo-purdue-dispositivos-niv-el-1>

IEC (2010). Industrial Standard, Industrial communication networks – Network and system security. <https://img58.ybzhcn.com/5/20140606/635376456206960793949.pdf>

Ikshan, M; Puji, A & Adi, K. (2021). Systematic Literature Review on Corporate Information Technology Governance in Indonesia using Cobit 2019. Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram, Dec. 2021. Vol. 9, No.2. <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/primasains/article/view/4370/3044>

ISACA. (2018). *COBIT® 2019 Framework: Governance and Management Objectives*. ISACA (ISBN 978-1-60420-764-4). <https://www.isaca.org/resources/cobit>

ISO (2018). *ISO 31000:2018 Risk management – Guidelines*. ISO. <https://www.iso.org/standard/65694.html>

ISO (2014). ISO 55000:2014: Gestión de activos - Aspectos generales, principios y terminología. <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/55088/bf0026cab063456dbf8838e2e92ce917/ISO-55000-2014.pdf>

Kamal, R.(2017). INTERNET OF THINGS Architecture and Design Principles. Medi-Caps University. McGraw Hill Education (India) Private Limited. <https://pg.its.edu.in/sites/default/files/KCA043%20Internet%20of%20things%20-IoT%20by%20Raj%20Kamal%20Text%20Book.pdf>

Kaisler, S; Armour, F. & Valivullah, M. (2005). Enterprise Architecting: Critical Problems. [10.1109/HICSS.2005.241](https://doi.org/10.1109/HICSS.2005.241)

Kuppusamy, E., & Mariappan, K. (2021). Integration of operation technology (OT) and information technology (IT) through intelligent automation in manufacturing industries. In *Advances in Manufacturing Technology XXXIV* (pp. 284-290). [https://www.researchgate.net/publication/354395078\\_Integration\\_of\\_Operation\\_Technology\\_OT\\_and\\_Information\\_Technology\\_IT\\_Through\\_Intelligent\\_Automation\\_in\\_Manufacturing\\_Industries](https://www.researchgate.net/publication/354395078_Integration_of_Operation_Technology_OT_and_Information_Technology_IT_Through_Intelligent_Automation_in_Manufacturing_Industries)

Lizarzaburu, E; Chavez, M; García-Gómez, D; Noriegac, E; & Tinoco, D. (2025). ISO 31000 guide: Steps used in all types of organizations in Latin American Countries. *Multidisciplinary Reviews*. 8. 2025212. [10.31893/multirev.2025212](https://doi.org/10.31893/multirev.2025212).

Madam, A; Solanki, A; Sahay, O; Vinayak, O; Jha, O & Khandelwal, N. (2024). Industry 4.0 and Automation in Manufacturing: An Extensive Overview. *International Journal of Research Publication and Reviews*, Vol 5, no 5, pp 3998-4008. <https://ijrpr.com/uploads/V5ISSUE5/IJRPR27647.pdf>

Min, Xu & Jeanne, M.David & Suk, HiKim. (2018). The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges. *International Journal of Financial Research*. 9. 13194-13194. [10.5430/ijfr.v9n2p90](https://doi.org/10.5430/ijfr.v9n2p90)

Nasser, A. (2021). Gobernanza digital e interoperabilidad gubernamental: una guía para su implementación. Cepal. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47018-gobernanza-digital-interoperabilidad-gubernamental-guia-su-implementacion>

National Institute of Standards and Technology (NIST). (2020). *Risk Management Framework for Information Systems and Organizations: A System Life Cycle Approach for Security and Privacy* (SP 800-37 Rev. 2). <https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/37/r2>

National Institute of Standards and Technology (NIST). (2023). Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). <https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1>

Ortiz, H. (2020). Industry 4.0 - Current Status and Future Trends. *IntechOpen*. [https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/43836/external\\_content.pdf](https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/43836/external_content.pdf)

Stouffer K, Pease M, Tang CY, Zimmerman T, Pillitteri V, Lightman S, Hahn A, Saravia S, Sherule A, Thompson M (2023) Title. (National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD), NIST Special Publication (SP) NIST SP 800-82r3. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-82r3>

Rüßmann, M; Lorenz, M, Gerbert, P; Waldner, M; Justus, J; Engel, P & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0 The future of productivity and growth in Manufacturing Industries. BGC. [https://web-assets.bcg.com/img-src/Industry\\_40\\_Future\\_of\\_Productivity\\_April\\_2015\\_tcm9-61694.pdf](https://web-assets.bcg.com/img-src/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm9-61694.pdf)

Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum®. CH-1223 Cologny/Geneva Switzerland. <https://archive.org/details/the-fourth-industrial-revolution-klaus-s/page/n1/mode/2up>

Shaji, G. (2024). The Impact of IT/OT Convergence on Digital Transformation in Manufacturing. 02. 18-38. [10.5281/zenodo.10895704](https://doi.org/10.5281/zenodo.10895704).

Stouffer K, Pease M, Tang CY, Zimmerman T, Pillitteri V, Lightman S, Hahn A, Saravia S, Sherule A, Thompson M (2023) Title. (National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD), NIST Special Publication (SP) NIST SP 800-82r3. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-82r3>

Terrazas, R. A. T. (2009). Modelo conceptual para la gestión de proyectos. Gestión y Estrategia, 2(2), 1–12. <https://www.redalyc.org/pdf/4259/425942160009.pdf>

Varela, M, Diaz, L & García R. (2012). Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud. Investigación en Educación Médica. Vol. 1. Núm. 2. Pag 90-95  
<https://www.elsevier.es/es-revista-investigacion-educacion-medica-343-articulo-descripcion-usos-del-metodo-delphi-X2007505712427047>

Whittingham, M. (2010). ¿Qué es la gobernanza y para qué sirve?. Revista Análisis Internacional. <https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/RAI/article/view/24/26>

# ANEXOS

Anexo 1. Guía de buenas prácticas de proyectos enfocada en la convergencia entre los sistemas IT/OT.

## Objetivo de la guía

Orientar la gestión de proyectos digitales que impliquen la convergencia OT/IT, aplicando los objetivos de gestión de COBIT 2019, sobre los proyectos que se desarrollan en las gerencias de manufactura.

## Alcance

La aplicación de esta guía es específica para cuando se deba desarrollar proyectos digitales que involucren la integración de sistemas OT/IT.

## Definiciones

**Activo:** bien o derecho con valor monetario que pertenece a una compañía y del cual se espera obtener beneficios económicos futuros.

**Amenaza:** causa potencial de un incidente no deseado, que puede resultar en un daño a un sistema, persona u organización.

**Aprobador:** Persona que aprueba el resultado final de una actividad.

**Ciclo de vida del proyecto:** conjunto de fases secuenciales que un proyecto atraviesa desde su concepción hasta su cierre.

**Confidencialidad:** La información solo tiene que ser accesible o divulgada a aquellos que están autorizados.

**Consultado:** Persona que asesora, esto debido a su experiencia con el tema a tratar

**Disponibilidad:** La información debe estar siempre accesible para aquellos que estén autorizados.

**Evaluación del riesgo:** Proceso que identifica, analiza y controla los riesgos de un proyecto, para asegurar el cumplimiento de los objetivos.

**EDT:** La estructura de desglose de trabajo es una herramienta de gestión de proyectos, que divide un proyecto en entregables más pequeños.

**Informado:** Persona a la que se le ha comunicado el estatus de actividades.

**Integridad:** La información debe permanecer correcta (integridad de datos) y como el emisor la originó (integridad de fuente) sin manipulaciones por terceros.

**Metodología en cascada:** Tiene un enfoque en la gestión de proyectos lineal y secuencial donde cada fase debe completarse antes de que pueda comenzar la siguiente.

**Modelo de Purdue:** marco para la seguridad de los sistemas de control industrial (ICS) que organiza la infraestructura en capas jerárquicas para separar la tecnología de la información (TI) de la tecnología operativa (OT).

**Objetivos estratégicos:** metas a largo plazo que una organización se propone para alcanzar una posición ventajosa en el mercado, alineándose con su misión y visión empresarial.

**OT:** Tecnología Operativa, sistemas de hardware y software que controlan y monitorean procesos físicos e infraestructuras en los procesos de manufactura.

**Partes Interesadas:** cualquier individuo, grupo u organización que pueda afectar o verse afectado por las actividades de un proyecto, de forma positiva o negativa.

**Riesgo:** Posibilidad de que una amenaza concreta pueda explotar una vulnerabilidad para causar una pérdida o daño en un activo de información. Suele considerarse como una combinación de la probabilidad de un evento y sus consecuencias.

**TI:** Tecnología de la Información, permite almacenar, recuperar, transmitir y manipular datos.

**Valoración del impacto:** proceso de análisis que evalúa los efectos, tanto positivos como negativos, de un proyecto sobre un entorno específico.

**Vulnerabilidad:** Debilidad de un activo o control que puede ser explotada por una o más amenazas

## 1- Gestionar proyectos

Según (Terrazas, 2009), la gestión de proyectos apunta a la consideración de herramientas de tipo gerencial, las cuales deben ser enfocadas para que la organización sea capaz de desarrollar un conjunto de habilidades tanto a nivel individual como de trabajo en equipo. El propósito de la gestión de proyectos es planificar, organizar, dirigir y controlar los eventos asociados al proyecto, dentro de un escenario de tiempo, costo y calidad predeterminados, por lo que debe verificarse el cumplimiento específico y efectivo de las actividades, costo y calidades planificadas a priori.

### 1.1 Mantener un enfoque estándar en la gestión de proyectos

La estandarización en la gestión de proyectos constituye un elemento base para garantizar la eficacia, la consistencia y la trazabilidad de los resultados organizacionales, por lo que establece un marco metodológico común que facilita la planificación, ejecución y control de los proyectos bajo criterios de calidad y desempeño. Este enfoque contribuye a fortalecer la comunicación entre las distintas partes involucradas, optimizando la asignación de recursos y promoviendo una cultura orientada a la mejora continua.

#### 1.1.1 Objetivo de la práctica

- Asegurar la entrega de resultados mediante procesos y prácticas definidas por la organización con un enfoque estandarizado, asegurando la coherencia

metodológica, el cumplimiento de los objetivos y la optimización de los recursos disponibles.

### 1.1.2 Actividades a ejecutar

- Planificar una capacitación en gestión de proyectos de forma anual para los gestores de proyectos.
- Crear una oficina de gestión de proyectos con la finalidad que administre la estrategia de los proyectos de la organización.
- La oficina de gestión de proyectos informa el avance de los proyectos a la alta dirección.
- Utilizar la metodología en cascada, que es la establecida por la casa matriz para ejecutar proyectos en el área de cadena de suministros.
- Establecer los requerimientos base para iniciar el proyecto.
- Revisar los requerimientos para el desarrollo del diseño del proyecto de tal forma que se entrelacen las soluciones teóricas con las soluciones prácticas.
- Crear los planos basados en los requisitos de los clientes, tanto de obra civil y red de datos.

### 1.1.3 Personal requerido

- Líder de proyecto
- Jefaturas de las áreas para las cuales el proyecto impacta.
- Alta dirección
- Oficina de gestión de proyectos.

### 1.1.4 Resultados esperados

El beneficio de estandarizar la gestión de proyectos contribuye al fortalecimiento de la eficiencia organizacional y a la mejora de los resultados estratégicos. Lo que permite

establecer un marco común de referencia que unifica los criterios de planificación, ejecución y control, facilitando la comunicación entre los distintos niveles del proyecto.

## 1.2 Establecer e iniciar el proyecto

La fase de establecimiento e inicio de un proyecto representa un componente esencial dentro del ciclo de vida de la gestión de proyectos, ya que constituye el punto de partida donde se definen los fundamentos estratégicos y los objetivos del mismo.

### 1.2.1 Objetivo de la práctica

- Definir el alcance y los objetivos del proyecto

### 1.2.2 Actividades a ejecutar

- Elaborar el acta de constitución del proyecto.
- Definir los objetivos del proyecto.
- Establecer el alcance del proyecto
- Establecer los supuestos, restricciones y exclusiones.
- Identificar los interesados clave del proyecto.
- Identificar los requerimientos base del proyecto
- Definir el caso de negocio y el presupuesto.
- Realizar una planeación preliminar del proyecto.
- Definir riesgos iniciales.
- Designar el líder del proyecto y sus patrocinadores.
- Registrar la aprobación de las partes interesadas.
- Definir la estructura del equipo de trabajo, sus roles y responsabilidades
- Agendar el lanzamiento oficial del proyecto kick-off

### 1.2.3 Personal requerido

- Líder de proyecto

- Jefaturas de las áreas para las cuales el proyecto impacta.
- Patrocinadores del proyecto.

### 1.2.4 Resultados esperados

El beneficio de implementar esta buena práctica es definir la información relacionada que será clave en el lanzamiento inicial del proyecto Kick-off. De tal forma que la información que se va a presentar previamente ha sido revisada y todas las partes involucradas han aceptado el acta de constitución del proyecto, tal como se establece en la figura 23.

| ACTA CONSTITUTIVA           |   |       |
|-----------------------------|---|-------|
| NOMBRE DEL PROYECTO         |   |       |
| LIDER DEL PROYECTO          | Nombre                                    |       |
|                             | Función                                   |       |
| EQUIPO                      |   |       |
|                             |   |       |
| JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO  |   |       |
| OBJETIVO GENERAL            |   |       |
| OBJETIVOS E SPECIFICOS      |   |       |
| CRITERIOS DE EXITO          |   |       |
| CICLO DE VIDA DEL PROYECTO  |   |       |
| Exclusiones                 |   |       |
| ENFOQUE DE DESARROLLO       |   |       |
| CRONOGRAMA DE HITOS         |   |       |
| Hito                        |   | Fecha |
| PLAZO ESTIMADO DEL PROYECTO |   |       |
| COSTO ESTIMADO DEL PROYECTO |   |       |
| INTERESADOS DEL PROYECTO    |   |       |
| Partes interesadas          | Genera riesgo/opportunidad?<br>Que? SI/NO |       |
| RIESGOS PRELIMINARES        |   |       |
| POSITIVOS                   | Estamos<br>Intamos                        |       |
| NEGATIVOS                   | Estamos<br>Intamos                        |       |
| SUPUESTOS DEL PROYECTO      |   |       |
| APROBACIÓN DEL PROYECTO     |   |       |
| Patrocinador                | Nombre                                    | Firma |
| Cliente                     | Nombre                                    | Firma |
| Director del Proyecto       | Nombre                                    | Firma |

Figura 23. Propuesta para el establecimiento del acta constitutiva del proyecto. Fuente: Elaboración Propia

Seguido se presenta la conformación del caso de negocio y cómo se va a desglosar el presupuesto asignado al proyecto, tal como se observa en la figura 24, de manera que se tenga conocimiento cuánto dinero se va a invertir en el proyecto y cómo se va a fraccionar el presupuesto asignado en las diferentes etapas del proyecto.

### 2.5 Caso de Negocio

*Describir los antecedentes y el contexto del proyecto y por qué se decidió llevar a cabo. Hablar del valor del negocio que será generado por el trabajo que será realizado.*

### 2.6 Presupuesto

*(Es el dinero (CAPEX) requerido para cubrir el alcance y lograr los objetivos. Algunos proyectos desglosan el presupuesto en: Nómina, Hardware, Consultoría, Gastos de Viaje, capacitación).*

| Desglose | Presupuesto (USD) | Tiempo estimado (horas.) | Costo estimado (USD) |
|----------|-------------------|--------------------------|----------------------|
|          |                   |                          |                      |
|          |                   |                          |                      |
|          |                   |                          |                      |

Figura 24. Propuesta para el establecimiento del caso de negocio y presupuesto.

Fuente: Elaboración propia.

## 1.3 Gestionar la participación de las partes interesadas

Según Government Project Delivery, (2025) la participación efectiva de las partes interesadas a lo largo del ciclo de vida de un proyecto permite que se ayude a identificar oportunidades, amenazas y problemas. Trabajar sobre el involucramiento de las partes interesadas es clave para gestionar la resistencia. Comprender los intereses y expectativas de las partes interesadas es fundamental para definir objetivos, resultados y productos, para fundamentar el diseño y la implementación de la solución, y para facilitar la obtención de beneficios.

### 1.3.1 Objetivos de la práctica

- Identificar todas las áreas afectadas por el proyecto.
- Analizar los intereses y las necesidades de cada una de las partes interesadas.
- Implementar estrategias de colaboración para la satisfacción de los intereses y necesidades de las partes interesadas.

### 1.3.2 Actividades para ejecutar

- Primero se debe enlistar cada una de las áreas.

- Seguidamente sobre cada una de las áreas se debe analizar cómo impacta el proyecto al área y qué influencia tiene el área sobre el proyecto, utilizando la siguiente escala:

Tabla 5. Criterios para la evaluación del impacto y la influencia de partes interesadas

|       |   |
|-------|---|
| Alto  | Impacta significativamente o tiene una influencia significativa |
| Medio | Impacta moderadamente o tiene una influencia moderada           |
| Bajo  | Impacta a un nivel menor o tiene una influencia menor           |

- Se define la importancia del proyecto para la parte interesada.
- Se define la contribución de la parte interesada con el proyecto.
- Se define el seguimiento que se tendrá con la parte interesada respecto al proyecto.
- Con la finalidad de definir una estrategia de colaboración, se crea una lista de actividades con sus responsables.
- Definir los roles de cada uno de los responsables de las actividades, según sea el caso (Aprobador, Consultado o Informado).
- Realizar seguimiento quincenal del estatus de las actividades y verificar que según lo indica la matriz, las partes interesadas han aplicado sus roles según el estatus de las actividades

### 1.3.3 Personal requerido

- Líder de proyecto
- Jefaturas de las áreas para las cuales el proyecto impacta o donde el área influye en proyecto.

### 1.3.4 Resultados esperados

| Nombre del área interesada | Tipo de parte interesada | Rol  | Intereses                      | Impacto del proyecto sobre la parte interesada | Influencia sobre el proyecto | ¿Qué es importante del proyecto para la parte interesada?  | ¿Cómo puede la parte interesada contribuir al proyecto?   | Estrategia para involucrar a la parte interesada |
|----------------------------|--------------------------|--|--------------------------------|--|------------------------------|--|---|--|
| Gerencia de TI             | Interno                  | Administradores de los requerimientos TI                     | Cumplimiento requerimientos TI | ALTO   | ALTO                         | El manejo de los datacenters in situ   | Asegurando que la construcción del datacenter cumpla con los requerimientos establecidos          | Seguimiento mensual                              |
| Gerencia de OT             | Interno                  | Administradores de los requerimientos OT                     | Cumplimiento requerimientos OT | ALTO   | ALTO                         | Verificar los controles para las conexiones entre el nivel L3.5 al nivel L4, según el modelo de Purdue | Revisando la compatibilidad de las conexiones entre el nivel L3.5 al nivel L4                     | Seguimiento mensual                              |
| Outsourcing de TI          | Externo                  | Ejecutores de los servicios que les asigne la gerencia de TI | Ser proveedor de servicios     | BAJO   | BAJO                         | Los tickets de servicio que se puedan generar durante el proyecto                                      | Solucionando tickets de servicio en caso de generarse inconvenientes con los controles existentes | Seguimiento mensual                              |

Figura 25. Propuesta de matriz de partes interesadas. Fuente: Elaboración propia

En la figura 25, se establece la guía para la ejecución del análisis de las partes interesadas, el beneficio de utilizar esta herramienta se basa en equilibrar la visión de las partes interesadas, lo que permite simplificar la planificación de estrategias de participación al involucrar a todas las partes de manera efectiva.

| Actividad del proyecto  | Roles          |                |                     |                         |
|---|----------------|----------------|---------------------|-------------------------|
|   | Gerencia de TI | Gerencia de OT | Gerencia de Activos | Gerencia de Manufactura |
| Revisión de la compatibilidad de software para las conexiones entre OT y TI | A              | R              | C                   | I                       |
| Revisión de la visualización de datos en la plataforma share to act         | A              | R              | C                   | I                       |
| Revisión del estado de actualizaciones de software para dispositivos        | I              | A              | R                   | C                       |

Figura 26. Propuesta de matriz RACI para supervisar la colaboración del equipo de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 26, se establece la guía para supervisar la colaboración del equipo de trabajo, respecto a sus roles y responsabilidades establecidos por actividades. La finalidad del seguimiento quincenal del estatus de las actividades es comprobar su ejecución y cumplimiento. El beneficio de utilizar esta herramienta se centra en fomentar la colaboración lo que promueve el compromiso durante la ejecución de actividades, adicionalmente se garantiza el apoyo hacia las actividades planteadas, ya que existen roles designados para cada área y actividad.

El conjunto de las actividades planteadas se entrelaza con la satisfacción de todas las necesidades de las partes interesadas, permitiendo una mejor utilización del tiempo, lo cuál se traduce en resultados exitosos para la gestión del proyecto.

A manera de conclusión, la gestión de las partes interesadas es un proceso crítico para el éxito de cualquier tipo de proyecto, ya que con la identificación del grupo de trabajo se pueden identificar necesidades y expectativas en cada una de las etapas del proyecto de forma que se gestionan los riesgos que se identifican, se definen roles y responsabilidades, lo que genera que el proyecto cuente con un apoyo suficiente para avanzar a las siguientes etapas.

#### 1.4 Desarrollar y mantener el plan del proyecto.

El plan del proyecto es el documento fundamental que integra todos los elementos necesarios para dirigir, ejecutar, monitorear y controlar un proyecto de manera efectiva. El plan de dirección del proyecto constituye la base de referencia que describe cómo se ejecutará, supervisará y cerrará el proyecto, asegurando su alineación con los objetivos estratégicos de la organización. En este documento se consolidan las líneas base de alcance, cronograma y costos, los cuales permiten medir el desempeño y gestionar los cambios de manera controlada.

#### 1.4.1 Objetivo de la práctica

Crear un documento que guíe al equipo para alcanzar los objetivos del proyecto, asegurando la eficiencia, la organización y la comunicación.

#### 1.4.2 Actividades a ejecutar

- Establecer el plan para la gestión del alcance, con objetivos, alcance del proyecto y producto generado y sus entregables. Además de los criterios de aceptación, tiempo estimado, exclusiones y supuestos.

|  |  |
|--|--|
| <b>ALCANCE DEL PROYECTO</b>                                      |  |
| <b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>                                       |  |
|  |  |
| <b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>                                       |  |
|  |  |
| <b>OBJETIVOS DEL PROYECTO</b>                                    |  |
| Objetivo General   |  |
|  |  |
| Objetivos Específicos  |  |
|  |  |
|  |  |
| <b>ALCANCE DEL PROYECTO</b>                                      |  |
|  |  |
| <b>ALCANCE DEL PRODUCTO</b>                                      |  |
|  |  |
| <b>ENTREGABLES DEL PROYECTO</b>                                  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| <b>CRITERIO DE ACEPTACIÓN</b>                                    |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| <b>ESTIMACIÓN DEL PLAZO TOTAL DEL PROYECTO Y DEL PRESUPUESTO</b> |  |
|  |  |
|  |  |
| <b>EXCLUSIONES DEL PROYECTO</b>                                  |  |
|  |  |
|  |  |
| <b>SUPUESTOS DEL PROYECTO</b>                                    |  |
|  |  |
|  |  |
| <b>EQUIPO INICIAL</b>  |  |
|  |  |
|  |  |

Figura 27. Propuesta para el plan de gestión del alcance. Fuente: Elaboración propia.

- Establecer el ciclo de vida del proyecto según las etapas.
- Establecer el plan de gestión de requisitos, enlistando todos los requisitos del proyecto y clasificándolos por prioridad.

|                                      |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| <b>PLAN DE GESTIÓN DE REQUISITOS</b> |                  |
|                                      |                  |
| <b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>           |                  |
|                                      |                  |
| <b>RECOPIACIÓN DE REQUISITOS</b>     |                  |
|                                      |                  |
|                                      |                  |
| <b>PRIORIZACIÓN DE REQUISITOS</b>    |                  |
|                                      |                  |
| <b>REQUISITOS</b>                    | <b>PRIORIDAD</b> |
|                                      |                  |
|                                      |                  |
| <b>EQUIPO INICIAL</b>                |                  |
|                                      |                  |
|                                      |                  |

Figura 28. Propuesta para el plan de gestión de requisitos. Fuente: Elaboración propia.

- Establecer el plan de gestión de cronograma, definiendo la metodología de programación y la unidad de medida del tiempo. Además de cómo se gestionará el recurso y la duración de las actividades establecidas.

|  |  |               |  |
|--|--|---------------|--|
| <b>PLAN DE GESTIÓN DE CRONOGRAMA</b>                         |  |               |  |
|  |  |               |  |
| <b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>                                   |  |               |  |
|  |  |               |  |
| <b>METODOLOGÍA</b>   |  |               |  |
|  |  |               |  |
| <b>NIVEL DE ESTIMACIÓN</b>                                   |  |               |  |
|  |  |               |  |
| <b>UNIDAD DE MEDIDA</b>                                      |  |               |  |
|  |  |               |  |
| <b>GESTIÓN DEL CRONOGRAMA</b>                                |  |               |  |
| Se basa en el acta de constitución y el alcance del proyecto |  |               |  |
|  |  |               |  |
| <b>SECUENCIA DE ACTIVIDADES</b>                              |  |               |  |
| Según el cronograma  |  |               |  |
| <b>ESTIMACIÓN DE RECURSOS</b>                                |  |               |  |
| Según el plan de costos                                      |  |               |  |
| <b>ESTIMACIÓN Y DURACIÓN</b>                                 |  |               |  |
|  |  |               |  |
| <b>CONTROL DE CAMBIOS</b>                                    |  |               |  |
| Fecha del cambio   |  | Participantes |  |
| Versión  |  | Participantes |  |

Figura 29. Propuesta para el plan de gestión del cronograma. Fuente: Elaboración propia.

- Establecer el plan de gestión de calidad, tomando en cuenta las certificaciones aplicables de la compañía para el proyecto. Según los objetivos definidos como auditables y la métrica establecida, se le dará seguimiento.

| PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  |                     |                    |                                  |                                 |
|--|---------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|  |                     |                    |                                  |                                 |
| NOMBRE DEL PROYECTO  |                     |                    |                                  |                                 |
|  |                     |                    |                                  |                                 |
| POLÍTICA DE CALIDAD DEL PROYECTO   |                     |                    |                                  |                                 |
| Según las certificaciones con las que cuente la compañía y los requerimientos de casa matriz   |                     |                    |                                  |                                 |
| LINEA BASE DE CALIDAD DEL PROYECTO   |                     |                    |                                  |                                 |
| Especificar los factores de calidad relevantes para el producto del proyecto y para la gestión del proyecto. Para cada factor de calidad relevante definir los objetivos de calidad, las métricas a utilizar y las frecuencias de medición y de reporte. |                     |                    |                                  |                                 |
| Factor de calidad relevante  | Objetivo de calidad | Métrica a utilizar | Frecuencia y momento de medición | Frecuencia y momento de reporte |
|  |                     |                    |                                  |                                 |
|  |                     |                    |                                  |                                 |
|  |                     |                    |                                  |                                 |
| CONTROL DE CAMBIOS   |                     |                    |                                  |                                 |
| Fecha del cambio   |                     | Participantes      |                                  |                                 |
| Versión  |                     | Participantes      |                                  |                                 |

Figura 30. Propuesta para el plan de gestión del calidad. Fuente: Elaboración propia.

- Establecer el plan de gestión de costos, tomando en cuenta los tipos de recursos, las cuentas asociadas al proyecto.
- Darle seguimiento al proyecto sobre las cuentas asociadas para el mismo, según las fases establecidas, el presupuesto asignado y la variación permitida.
- Medir el valor ganado en cada una de las fases del proyecto.

| PLAN DE GESTIÓN DE LA COSTOS                                     |                              |  |             |                  |
|--|------------------------------|--|-------------|------------------|
|  |                              |  |             |                  |
| NOMBRE DEL PROYECTO  |                              |  |             |                  |
|  |                              |  |             |                  |
| UNIDAD DE MEDIDA   |                              |  |             |                  |
| Unidades de medida a utilizar, para estimar cada tipo de recurso |                              |  |             |                  |
| Tipo de recurso  |                              | Unidades de medida                                 |             |                  |
| Recurso personal   |                              | Horas hombre                                       |             |                  |
| Recursos consumibles   |                              | Unidades litros etc                                |             |                  |
| Máquinas   |                              | Horas ,máquina                                     |             |                  |
| PLAN DE CUENTAS DE CONTROL                                       |                              |  |             |                  |
| Cuenta de control  | Entregables                  | Presupuesto  | Responsable | Fecha inicio-fin |
|  |                              |  |             |                  |
| PLANIFICACIÓN GRADUAL  |                              |  |             |                  |
| Etapa según EDT  | Componentes de planificación | Fecha de emisión del presupuesto                   | Responsable |                  |
|  |                              |  |             |                  |
| UMBRALES DE CONTROL  |                              |  |             |                  |
| Fase del proyecto según EDT                                      | Variación permitida          | Acción a tomar si la variación excede lo permitido |             |                  |
|  |                              |  |             |                  |
| MÉTODOS DE MEDICIÓN DE VALOR GANADO                              |                              |  |             |                  |
| Fase del proyecto según EDT                                      | Método de medición           | Frecuencia de medición                             |             |                  |
|  |                              |  |             |                  |
| FORMULA DEL PRONOSTICO DEL VALOR GANADO                          |                              |  |             |                  |
| Indicador  | Fórmula                      | Descripción  |             |                  |
|  |                              |  |             |                  |
| CONTROL DE CAMBIOS   |                              |  |             |                  |
| Fecha del cambio   | Participantes                |  |             |                  |
| Versión  | Participantes                |  |             |                  |

Figura 31. Propuesta para el plan de gestión de costos. Fuente: Elaboración propia.

- Establecer el plan de gestión de recursos, iniciando por identificar el tipo de recursos.
- Creación del organigrama del proyecto.
- Identificar la fase del proyecto para definir si el recurso humano requiere capacitación o la forma de asegurar que el recurso físico esté disponible para su utilización.

| PLAN DE GESTIÓN DE RECURSOS          |   |               |             |
|--------------------------------------|---|---------------|-------------|
|                                      |   |               |             |
| NOMBRE DEL PROYECTO                  |   |               |             |
|                                      |   |               |             |
| IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS           |   |               |             |
| Tipo de recurso                      |   | Cantidad      |             |
|                                      |   |               |             |
| ORGANIGRAMA DEL PROYECTO             |   |               |             |
|                                      |   |               |             |
| GESTIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO |   |               |             |
| Etapa según EDT                      | Capacitación/Medida de control para verificar su disponibilidad |               | Responsable |
|                                      |   |               |             |
| CONTROL DE CAMBIOS                   |   |               |             |
| Fecha del cambio                     |   | Participantes |             |
| Versión                              |   | Participantes |             |

Figura 32. Propuesta para el plan de gestión de recursos. Fuente: Elaboración propia.

- Establecer el plan de gestión de comunicaciones, donde se define por la etapa del proyecto cómo se van a comunicar los avances. Además este formato funciona en caso de comunicar temas polémicos relacionados al proyecto.

| PLAN DE GESTIÓN DE COMUNICACIÓN     |           |         |                  |                          |            |
|-------------------------------------|-----------|---------|------------------|--------------------------|------------|
|                                     |           |         |                  |                          |            |
| NOMBRE DEL PROYECTO                 |           |         |                  |                          |            |
|                                     |           |         |                  |                          |            |
| MATRIZ DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO |           |         |                  |                          |            |
| Etapa EDT                           | Contenido | Formato | Nivel de detalle | Responsable de comunicar | Frecuencia |
|                                     |           |         |                  |                          |            |
| CONTROL DE CAMBIOS                  |           |         |                  |                          |            |
| Fecha del cambio                    |           |         | Participantes    |                          |            |
| Versión                             |           |         | Participantes    |                          |            |

Figura 33. Propuesta para el plan de gestión de comunicación. Fuente: Elaboración propia.

- Establecer el plan de gestión de riesgos, tomando en consideración las categorías del riesgo por área funcional y la tolerancia permitida por cada una de las partes interesadas.
- Definir la escala de probabilidad e impacto de un riesgo, revisar Tabla 5
- Basado en el nivel de impacto de un riesgo se debe definir un presupuesto de contingencia para tratarlo.

|   |  |                                    |  |
|---|--|------------------------------------|--|
| <b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS</b>   |  |                                    |  |
| <b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>  |  |                                    |  |
| <b>CATEGORIAS DEL RIESGO</b><br>Definir las categorías del riesgo por área funcional                            |  |                                    |  |
| <b>TOLERANCIAS DEL RIESGO POR PARTE INTERESADA</b><br>Por área funcional se define la tolerancia de los riesgos |  |                                    |  |
| <b>DEFINICIONES DE PROBABILIDAD E IMPACTO DE UN RIESGO</b>  |  |                                    |  |
|   |  |                                    |  |
| <b>FONDOS PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS</b>  |  |                                    |  |
| <b>IMPACTO</b>  |  | <b>PRESUPUESTO DE CONTINGENCIA</b> |  |
|   |  |                                    |  |
|   |  |                                    |  |
| <b>CONTROL DE CAMBIOS</b>   |  |                                    |  |
| Fecha del cambio  |  | Participantes                      |  |
| Versión   |  | Participantes                      |  |

Figura 34. Propuesta para el plan de gestión de riesgos. Fuente: Elaboración propia.

- Establecer el plan de gestión de adquisiciones, considerando al proveedor, el criterio de aceptación, la fecha de entrega y el responsable de la verificación.

| <b>PLAN DE GESTIÓN DE ADQUISICIONES</b> |            |                        |                  |                                |
|---|------------|------------------------|------------------|--------------------------------|
| <b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>              |            |                        |                  |                                |
| <b>PLAN GESTIÓN DE ADQUISICIONES</b>    |            |                        |                  |                                |
| Proveedor                               | Entregable | Criterio de aceptación | Fecha de entrega | Responsable de la verificación |
|   |            |                        |                  |                                |
|   |            |                        |                  |                                |
|   |            |                        |                  |                                |
|   |            |                        |                  |                                |

Figura 35. Propuesta para el plan de gestión de recursos. Fuente: Elaboración propia.

- Definir la estructura de desglose de trabajo EDT, según las planificaciones de los requisitos y gestión de la calidad

| ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO |                         |                       |                      |             |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|-------------|
| NOMBRE DEL PROYECTO               |                         |                       |                      |             |
| CREACIÓN DE DESGLOSE DE TRABAJO   |                         |                       |                      |             |
| ENTREGABLE                        | CRITERIOS DE ACEPTACIÓN | REQUISITOS DE CALIDAD | REFERENCIAS TÉCNICAS | ACTIVIDADES |
|                                   |                         |                       |                      |             |
|                                   |                         |                       |                      |             |
|                                   |                         |                       |                      |             |
|                                   |                         |                       |                      |             |
|                                   |                         |                       |                      |             |
|                                   |                         |                       |                      |             |
|                                   |                         |                       |                      |             |

Figura 36. Propuesta para el plan de desglose de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

#### 1.4.3 Personal requerido

- Líder de proyecto
- Jefaturas de las áreas para las cuales el proyecto impacta.

#### 1.4.4 Resultados esperados

El entregable puede estar en formato de microsoft project o excel y el beneficio de esta práctica es que constituye el pilar sobre el cual se construye la gestión efectiva de un proyecto. Su valor no reside únicamente en la documentación de actividades, sino en su función como herramienta estratégica para dirigir, coordinar y controlar los esfuerzos del equipo. A su vez permite visualizar el porcentaje de avance del plan de trabajo con respecto a cada una de las actividades planteadas, en cada una de los grandes paquetes de trabajo.

## 1.5 Gestionar la calidad del proyecto

La gestión de la calidad de un proyecto es un proceso basado en la definición de requisitos de calidad para asegurar que los entregables cumplan con los requisitos y expectativas de las partes interesadas.

### 1.5.1 Objetivo de la práctica

- Definir los estándares de calidad de cada uno de los entregables dentro del ciclo de vida del proyecto.

### 1.5.2 Actividades a ejecutar

- Revisar la matriz de requerimientos de la organización en sus diferentes facetas (Seguridad, Calidad, Ambiente, sostenibilidad, programa de mantenimiento preventivo de equipos) y los requerimientos TI y OT (NIST RMF, IEC 62443).
- Seleccionar los requerimientos que son aplicables al proyecto.
- Establecer los criterios de aprobación para cada uno de los requerimientos seleccionados.
- Realizar seguimiento a las diferentes pruebas y validaciones.
- Establecer el resultado de las pruebas, según los criterios establecidos para cada uno de los requerimientos.
- Establecer una rutina para revisar los resultados obtenidos en contra de los criterios de aceptación establecidos según la matriz de los requerimientos aplicables al proyecto y que cada una de las partes afectadas por los resultados definan si aprueban o rechazan los resultados obtenido.

### 1.5.3 Personal requerido

- Líder de proyecto
- Jefaturas de las áreas para las cuales el proyecto impacta.

### 1.5.4 Resultados esperados

| Información del requerimiento |                          |                       |                      |        | Trazabilidad       |                    |  |  |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------|--------|--------------------|--------------------|--|--|
| ID                            | Nombre del requerimiento | Tipo de requerimiento | Criterio establecido | Fuente | Objetivo a cumplir | Tipo de entregable | Verificación del cumplimiento del criterio | Validación del cumplimiento del criterio |
|                               |                          |                       |                      |        |                    |                    |  |  |
|                               |                          |                       |                      |        |                    |                    |  |  |
|                               |                          |                       |                      |        |                    |                    |  |  |
|                               |                          |                       |                      |        |                    |                    |  |  |
|                               |                          |                       |                      |        |                    |                    |  |  |
|                               |                          |                       |                      |        |                    |                    |  |  |

Figura 37. Propuesta para el establecimiento de los requerimientos de calidad del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

El beneficio de esta práctica es un punto esencial en la gestión de proyectos de convergencia tecnológica, ya que cada una de las áreas que se ve impactada por el proyecto establece los requerimientos aplicables al proyecto en una matriz y en caso de requerir pruebas los criterios de aceptación de las mismas. De esta forma cada uno de los entregables debe cumplir con los estándares establecidos. Por lo que el ciclo de trabajo debe cerrar con la aprobación o rechazo de los resultados obtenidos y cada una de las partes interesadas del proyecto debe estar informada.

## 1.6 Gestionar el riesgo del proyecto

La gestión de riesgos comprende la identificación, evaluación y respuesta a un riesgo que amenaza el éxito del trabajo o representa una oportunidad para ser explotada. Los riesgos pueden gestionarse dentro del alcance actual de un proyecto o podrían requerir un cambio para mantener la viabilidad del trabajo. En algunos casos, la respuesta a un riesgo puede llevar a un cambio en la estrategia o plan de entrega o, si una amenaza es inaceptablemente alta, puede llevar a la terminación del trabajo. La gestión de riesgos es una actividad continua que debe ejecutarse a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, Government Project Delivery, (2025).

### 1.6.1 Objetivos de la práctica

- Proporcionar un listado de activos organizado, que garantice que se encuentran inmersos todos los ítems del proyecto.
- Identificar y evaluar peligros potenciales para una gestión adecuada del proyecto.

### 1.6.2 Actividades para ejecutar

- Enlistar todos los activos relacionados al proyecto de forma detallada, que incluya el número de activo, nombre de activo y su ubicación.

- Clasificar los activos por el tipo de dispositivo, estos según la tecnología aplicable.
- Establecer los criterios de pérdida de confidencialidad, integridad y disponibilidad

| Confidencialidad | Criterio   |  | Integridad | Criterio  |  | Disponibilidad | Criterio  |
|------------------|--|--|------------|---|--|----------------|---|
| 3                | La divulgación no autorizada de la información tiene un efecto crítico para la organización (Alto)   |  | 3          | La destrucción o modificación no autorizada de la información tiene un efecto severo para la organización       |  | 3              | La interrupción al acceso de la información o los sistemas tienen un efecto severo para la organización       |
| 2                | La divulgación no autorizada de la información tiene un efecto limitado para la organización (Medio) |  | 2          | La destrucción o modificación no autorizada de la información tiene un efecto considerable para la organización |  | 2              | La interrupción al acceso de la información o los sistemas tienen un efecto considerable para la organización |
| 1                | La divulgación de la información no tiene ningún efecto para la organización (Bajo)                  |  | 1          | La destrucción o modificación de la información tiene un efecto leve para la organización                       |  | 1              | La interrupción al acceso de la información o los sistemas tienen un efecto mínimo para la organización       |

Figura 38. Establecimiento de los criterios de pérdida de confidencialidad, integridad y disponibilidad.

- Realizar la valoración de impacto de los activos deben ser evaluados en términos de pérdida de confidencialidad, integridad y disponibilidad. Como punto clave los activos asociados a tecnología operacional (OT) deben ser evaluados en términos de pérdida de confidencialidad y disponibilidad, mientras que los activos de tecnologías de la información deben ser evaluadas sobre el término de pérdida de integridad. Esta evaluación se realiza en forma de promedio para las tres variables.
- Definir una escala para la evaluación del riesgo.

Tabla 6. Definición de los criterios para establecer la probabilidad y el impacto de un riesgo.

| <b>Nivel</b> | <b>Criterio</b>    | <b>Valor en porcentaje</b> |
|--------------|--------------------|----------------------------|
| <b>1</b>     | Remota             | 0% a 20%                   |
| <b>2</b>     | No probable        | 21% a 40%                  |
| <b>3</b>     | Probable           | 41% a 60%                  |
| <b>4</b>     | Altamente probable | 61% a 80%                  |
| <b>5</b>     | Inminente          | 81% a 100%                 |

- Identificar las amenazas y vulnerabilidades a las que está expuesto cada uno de los activos.
- Evaluar el nivel de la amenaza y la vulnerabilidad según los criterios establecidos en la Tabla 6
- Identificar los controles existentes para disminuir la probabilidad o el impacto en la materialización de un riesgo.
- Definir los niveles de riesgos

Tabla 7. Definición de los niveles de riesgos.

| Nivel | Criterio | Valor |
|-------|----------|-------|
| 1     | Menor    | <=5   |
| 2     | Bajo     | <=9   |
| 3     | Moderado | <=14  |
| 4     | Alto     | <=17  |
| 5     | Crítico  | >17   |

- Calcular el nivel de riesgo según los resultados de valoración del impacto, nivel de amenaza y vulnerabilidad, se calcula en forma de promedio.
- Establecido el nivel de riesgos se debe definir la escala que permite tratar los riesgos.

Tabla 8. Clasificación para el tratamiento de riesgos

|                    |
|--------------------|
| <b>Tratamiento</b> |
| Reducción          |
| Aceptación         |
| Evitar             |
| Transferir         |
| Retener/Aceptar    |

- Para cada uno de los riesgos establecidos, se debe definir cómo se realizará el tratamiento del riesgo, tal como se observa en la Tabla 8. Por lo que se debe evaluar cada uno de los riesgos y los controles existentes para establecer su tratamiento. En caso que se defina como método de tratamiento la reducción del riesgo, nuevamente se deben revisar las medidas de control propuestas y establecer el nivel de amenaza y vulnerabilidad.
- Se vuelve a evaluar el nivel del riesgo con el control implementado.
- Se define el nivel de riesgo residual, que será cuando se implementan los controles o medidas de mitigación para reducirlo o eliminarlo.

### 1.6.3 Personal requerido

- Líder del proyecto.
- Personal identificado en la matriz de partes interesadas que tiene impacto en el proyecto.

### 1.6.4 Resultados esperados

|                  |                |   | Evaluación de riesgos<br>Impacto |                  |                         |  |                              |                 | Tratamiento de riesgos           |  |                  |                         |   |                 |
|------------------|----------------|---|----------------------------------|------------------|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|----------------------------------|--|------------------|-------------------------|---|-----------------|
| Número de activo | Tipo de activo | Nombre del activo   | CID                              | Nivel de amenaza | Nivel de vulnerabilidad | Controles existentes   | Cálculo evaluación de riesgo | Nivel de riesgo | Método de tratamiento de riesgos | Tipo de control  | Nivel de amenaza | Nivel de vulnerabilidad | Evaluación del riesgo con el control implementado | Nivel de riesgo |
|                  | Dispositivo    | Sopladora   | 1.67                             | 3                | 2                       | Hojas de ruta para mantenimiento   | 10.00                        | MODERADO        | Reducción                        | Stock de refacciones   | 2                | 2                       | 4   |                 |
|                  | TO             | Sopladora (Emite señal desde el área de montaje de preformas) | 1.67                             | 3                | 3                       | Acuerdos de servicio relacionados a la actualización de software por parte del proveedor | 15.00                        | Alto            | Reducción                        | Acuerdos de servicio relacionados a la actualización de software por parte del proveedor | 3                | 2                       | 6   |                 |
|                  | TI             | Share to act  | 1.67                             | 3                | 3                       | Controles de ciberseguridad  | 15.00                        |                 | Reducción                        | Configuración segura hardware y software   | 3                | 2                       | 6   |                 |

Figura 39. Propuesta para el análisis de riesgos y tratamiento de riesgos.. Fuente: Elaboración propia.

El beneficio de aplicar esta herramienta se genera porque se hace de manera holística y no por separado para cada una de las tecnologías. Adicionalmente si se tiene de soporte el documento del diagrama topológico que se encuentra basado en el modelo de Purdue, para dirigir el análisis de riesgos; permitirá tomar en consideración las capas y las interconexiones entre cada una de las capas. Finalmente el análisis de riesgos será una guía para empezar a gestionar los cambios durante el proyecto, ya que identificados los riesgos y los controles establecidos es más sencillo monitorear la herramienta de gestión de cambios y a su vez garantiza que los diferentes elementos del plan, la solución y la documentación de gestión se mantengan actualizados y sean pertinentes al proyecto en cuestión.

## 1.7 Supervisar y controlar los proyectos.

La supervisión y el control de los proyectos conforma procesos elementales en la gestión de proyectos. Este apartado se encuentra orientado a garantizar el cumplimiento del alcance, los plazos, el presupuesto y la calidad que se han definido en etapas iniciales. Para ello se debe generar un seguimiento continuo del desempeño del proyecto para identificar desviaciones, aplicar medidas correctivas y asegurar el cumplimiento de los objetivos según lo establecido con las partes interesadas.

### 1.7.1 Objetivos de la práctica

- Monitorear el progreso real del proyecto con respecto a lo establecido en el cronograma inicial.
- Mitigar las desviaciones que se puedan presentar por retrasos relacionados a tiempo y costos.

### 1.7.2 Actividades a ejecutar

- Analizar el avance de cada una de las actividades planteadas en el cronograma inicial con respecto al progreso real.
- Comunicar formalmente mediante una reunión a cada una de las partes interesadas, el estatus por acciones ejecutadas, esto para tomar decisiones de mitigación en conjunto sea por retrasos de tiempo y el costo adicional de cada uno de esos retrasos.
- Documentar los cambios.
- Comunicar los cambios a cada una de las partes interesadas.



obtener los resultados planteados. Se crea lo que se conoce como estructura de desglose de trabajo EDT.

### 1.8.1 Objetivo de la práctica

- Establecer los paquetes de trabajo con las respectivas actividades, de manera que permitan gestionar los recursos de forma eficiente, garantizando el cumplimiento de las metas planteadas.

### 1.8.2 Actividades a ejecutar

- Basado en las actividades establecidas en la estructura de desglose de trabajo (Figura 36), se establece la gestión de recursos y personal así como gastos adicionales para el proyecto. Esto según la actividad y las fechas propuestas para la ejecución, se van asignando las horas y con respecto a la tarifa fija se calcula el costo total.

| GESTIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO            |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
|---|-------------------|---------|----------|----------------|-----------------|--------------|---------|---------|-------------|-------------|----------------------|
| Etapa según EDT                                 | Área organizativa | Rol     | Cantidad | Tarifa de pago | Fecha de inicio | Fecha de fin | Fecha 1 | Fecha 2 | Fecha 3     | Total horas | Costo total asignado |
|   |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
|   |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
|   |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
|   |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
| GESTIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO (ASESORES) |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
| Etapa según EDT                                 | Área organizativa | Rol     | Cantidad | Tarifa de pago | Fecha de inicio | Fecha de fin | Fecha 1 | Fecha 2 | Fecha 3     | Total horas | Costo total asignado |
|   |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
|   |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
|   |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
|   |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
| GASTOS ADICIONALES                              |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
| Descripción                                     | Fecha 1           | Fecha 2 | Fecha 3  | Fecha 4        | Fecha 5         | Fecha 6      | Fecha 7 | Fecha 8 | Costo total |             |                      |
|   |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
|   |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
|   |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
|   |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
| Proyección de gastos                            |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
| Recursos  |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
| Personal  |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
| Gastos adicionales                              |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
| Reserva de gestión                              |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |
| Costo total                                     |                   |         |          |                |                 |              |         |         |             |             |                      |

Figura 41. Propuesta para la gestión de recursos del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

- Plantear la estrategia para gestionar las adquisiciones de productos y servicios. Por lo cual según el proveedor y el entregable debe existir un criterio de aceptación y una persona responsable de esa verificación de las condiciones del entregable.

| PLAN GESTIÓN DE ADQUISICIONES |           |            |                        |                  |                                |
|-------------------------------|-----------|------------|------------------------|------------------|--------------------------------|
| Actividad EDT                 | Proveedor | Entregable | Criterio de aceptación | Fecha de entrega | Responsable de la verificación |
|                               |           |            |                        |                  |                                |
|                               |           |            |                        |                  |                                |
|                               |           |            |                        |                  |                                |
|                               |           |            |                        |                  |                                |

Figura 42. Estrategia para la gestión de adquisiciones. Fuente: Elaboración propia

### 1.8.3 Personal requerido

- Líder de proyecto
- Jefaturas de las áreas para las cuales el proyecto impacta.
- Personal tercerizado de servicios.

### 1.8.4 Resultados esperados

El beneficio de aplicar esta buena práctica es tener una visión clara de la gestión de recursos, basada en las actividades del EDT y cómo se traduce en costos para aplicar en diferentes fechas comprometidas del proyecto. Además facilita la asignación de responsabilidades y controla los tiempos y costes de cada tarea.

En conclusión, la descomposición del proyecto en unidades manejables facilita la gestión eficaz del cronograma y presupuesto de trabajo.

## 1.9 Cerrar el proyecto

El cierre del proyecto es una etapa de gran importancia en el ciclo de vida de los proyectos, ya que asegura que los resultados esperados se entreguen formalmente y

se le adiciona un apartado de lecciones aprendidas documentados que permite darle madurez a la organización en cómo se gestionan los proyectos.

#### 1.9.1 Objetivo de la práctica

Verificar que los objetivos del proyecto se han cumplido de acuerdo con los criterios de aceptación establecidos para cada requerimiento, registrando los resultados y lecciones aprendidas, con la participación activa de todas las partes interesadas.

#### 1.9.2 Actividades a ejecutar

- Revisar cada uno de los planes establecidos en el plan de proyecto, el acta constitutiva, la EDT, con la finalidad de corroborar que en cada una de las etapas se cumplió con los requerimientos establecidos, se dió seguimiento a la ejecución y el cumplimiento.
- Revisar las lecciones aprendidas durante la ejecución del proyecto.
- Redactar la conclusión del proyecto, firmada por todas las partes interesada

### 1.9.3 Personal requerido

- Líder de proyecto
- Jefaturas de las áreas para las cuales el proyecto impacta.
- Personal tercerizado de servicios

### 1.9.4 Resultados esperado

El beneficio de esta práctica se basa en la revisión de toda la información desarrollada a largo del ciclo de vida del proyecto, lo que permite que cada una de las partes involucradas esté informada y satisfecha de que en base a los resultados y lecciones aprendidas se da cierre al proyecto.

## 2- Gestionar los cambios de TI

Actualmente, las conexiones de múltiples sistemas de trabajo a la red se han vuelto recurrentes en el ámbito laboral. Bajo este contexto, la gestión de cambios en Tecnologías de la Información (TI) ha adquirido gran relevancia en el sector empresarial, ya que cada cambio debe garantizar que los sistemas corporativos permanezcan estables y seguros, esto según los objetivos estratégicos de la organización.

### 2.1 Evaluar, priorizar y autorizar solicitudes de cambio.

Las solicitudes de cambio son constantes en cualquier tipo de proyecto, pues son los ajustes que realizan las partes interesadas. Debido a que las solicitudes de cambio pueden tener un impacto importante en las etapas de planificación del proyecto deben evaluarse, aprobarse y comunicarse a las partes interesadas.

### 2.1.1 Objetivo de la práctica

- Gestionar las solicitudes de cambio formalmente, asegurando que solo se implementen cambios necesarios, que no impacten negativamente el proyecto.

### 2.2 Actividades a ejecutar

- Establecer una herramienta on line para gestionar cambios.
- Generar la solicitud del cambio y adjuntar el cronograma de trabajo.
- Enviar la solicitud de cambio para iniciar la trazabilidad, evaluación y control de cambios.
- Establecer tipos de cambios por prioridad, impacto, riesgo y categoría.

Tabla 9. Establecimiento de las categorías de los cambios

| <b>Categoría del cambio</b> | <b>Criterio</b>  |
|-----------------------------|--|
| Estándar                    | Cambio de bajo impacto   |
| Normales                    | La urgencia al igual que el impacto puede ser de tipo baja o media |
| Emergencia                  | La urgencia y el impacto son altos                                 |

- Establecer tipos de prioridades para los cambios.

Tabla 10. Establecimiento de las prioridades para los cambios

| <b>Categoría de prioridad</b> | <b>Criterio</b>                        |
|-------------------------------|--|
| Bajo                          | No genera consecuencias significativas |
| Normal                        | Puede afectar la funcionalidad básica  |
| Crítico                       | Condición de emergencia                |

- El establecimiento de los criterios de probabilidad de impacto y nivel de riesgo fueron definidos en la tabla 9 y 10 respectivamente de este documento.
- Evaluar el cambio, mediante el análisis de la solicitud y la documentación enviada como soporte.
- Verificar que cumpla con los criterios establecidos para su aprobación (Prioridad, cambio, riesgo y categoría). En caso de no cumplir, se rechaza la solicitud del cambio y se debe notificar.
- En caso de que la solicitud sea aprobada se revisa el plan de trabajo y se establece un tiempo de monitoreo y supervisión.
- Previo a la ejecución se deben validar los resultados de construcción y pruebas.
- Rechazar los cambios si no se cumple con los criterios de acuerdos de servicios y ausencia de incidencias asociadas al cambio. Adicional debe quedar registro del motivo por el cual el cambio se rechaza y así poder cerrar la solicitud del cambio.

### 2.1.3 Personal requerido

- Líder del proyecto

- Jefaturas de las áreas para las cuales el proyecto impacta.
- Personal tercerizado de servicios

#### 2.1.4 Resultados esperados

Con esta práctica lo que se pretende es asegurar que las solicitudes de cambio están basadas para cumplir los entregables del proyecto y a su vez se administra el costo de ejecución de las solicitudes.

## 2.2 Gestionar cambios de emergencia

Los cambios no planificados se generan como forma de mitigar eventos de riesgo para el sistema, por lo que deben ser atendidos con rigurosidad para evitar impactos negativos al sistema de la organización.

### 2.2.1 Objetivo de la práctica

- Aplicar cambios críticos de forma rápida y segura, minimizando el impacto en la operación

### 2.2.2 Actividades a ejecutar

- Analizar la solicitud del cambio clasificado como emergencia.
- Revisar que cumpla los criterios establecidos de categoría y prioridad según las tablas 9 y 10 respectivamente de este documento.
- En caso de que la solicitud cumpla con los criterios establecidos se ejecuta la implementación del cambio. En caso de que no cumpla se debe rechazar y notificar el rechazo de la solicitud del cambio en la plataforma on line.
- Notificar al elaborador de la solicitud de cambio de emergencia del rechazo de su solicitud.

## 2.3 Hacer seguimiento e informar sobre cambios de estado.

El seguimiento de las solicitudes de cambio es de gran importancia, ya que abre un canal de comunicación entre el solicitante y la persona que analiza la solicitud, lo cuál permite asegurar que el cambio cumpla con los requerimientos del solicitante o en caso de que no sea viable que el solicitante esté informado y se pueda buscar otra solución.

### 2.3.1 Objetivo de la práctica

- Informar el estado de la solicitud y las acciones posteriores

### 2.3.2 Actividades a ejecutar

- Durante la implementación del cambio, se debe revisar la solicitud del cambio y la documentación soporte.
- Se debe contar con los recursos requeridos para implementar el cambio según las especificaciones aprobadas
- Documentar el cambio con evidencias.
- Cargar la información a la herramienta on line, previamente establecida.
- Si el cambio falla se debe documentar las razones por las que el cambio no fue ejecutado y cancelar la solicitud del cambio.

### 2.3.3 Personal requerido

- Líder del proyecto
- Jefaturas de las áreas para las cuales el proyecto impacta.
- Personal tercerizado de servicios

#### 2.3.4 Resultados esperados

La finalidad de esta práctica es que exista una comunicación constante entre el solicitante y el encargado de ejecutar el cambio, esto para que se pueda satisfacer las necesidades del solicitante.

### 2.4 Cerrar y documentar los cambios

El cierre y la documentación de cambios consiste en la finalización formal de los cambios, incluyendo la documentación detallada de lo realizado, lecciones aprendidas y la actualización de la infraestructura y sistemas afectados.

#### 2.4.1 Objetivo de la práctica

- Evaluar si se cumplieron los objetivos del cambio sin afectar el sistema y documentando las lecciones aprendidas del proceso.

#### 2.4.2 Actividades a ejecutar

- Con la finalidad de generar la documentación de cierre, se revisan las evidencias, se cargan a la herramienta on line y de esta forma se corrobora que la información esté completa. Para finalizar se notifica al administrador de TI para su cierre.

#### 2.4.3 Personal requerido

- Líder del proyecto
- Jefaturas de las áreas para las cuales el proyecto impacta.
- Personal tercerizado de servicios

#### 2.4.4 Resultados esperados

La finalidad de esta práctica es confirmar que todas las partes involucradas se encuentran satisfechas con el entregable, esto mediante un informe y una reunión de

cierre. De tal forma que se verifique el cumplimiento de los objetivos de los cambios planteados en el proyecto.

Anexo 2. Primer cuestionario para diagnosticar interacciones entre los departamentos de tecnología operacional y tecnología de la información.

### Primer cuestionario

- 1- ¿Se cuenta con una estructura para gestionar la tecnología operacional en la organización?

*Recientemente se ha trabajado en el desarrollo de la gerencia de Ciberseguridad de Tecnología Operacional, la cual entró en funcionamiento el segundo trimestre del 2025.*

- 2- ¿Cómo se ha definido el manejo de la tecnología operacional en los equipos para el manejo de la información?

*Se había mantenido según el modelo de Purdue, entre los niveles 2 y 3. Con la llegada de las nuevas capacidades en los procesos productivos se ha empezado a desarrollar un proyecto de seguridad entre los niveles de tecnología operacional y tecnologías de la información. Actualmente se está desarrollando el centro de datos y las interconexiones de red hacia ese centro de datos.*

- 3- ¿Cómo ha impactado la evolución de TI en los procesos industriales para la gestión de activos?

*El mayor impacto ha sido los trabajos en conjunto para la implementación de herramientas que permitan visualizar datos desde la red. Este tipo de desarrollos se han empezado a experimentar desde el último trimestre del 2024.*

- 4- ¿Cuál es el marco de gobernanza para la gerencia de automatización y cómo se aplica a la gerencia de gestión de activos?

*A finales del primer trimestre del 2025 se lanzó el modelo de Ingeniería-Ciberseguridad-Tecnología Operacional. Nos encontramos trabajando en su implementación en las diferentes unidades operativas.*

- 5- ¿El marco de gobernanza utilizado en la gerencia de automatización se integra de alguna forma con tecnologías de la información?

*El modelo de Ingeniería-Ciberseguridad-Tecnología Operacional integra lo establecido por TI para gobernanza de datos. Esto quiere decir el uso de COBIT 2019 como marco de referencia. Pero aún quedan algunos puntos que se debe evaluar como se integra su participación.*

- 6- ¿Actualmente, con la integración de TI y OT cómo se ha realizado la integración de la gobernanza entre las gerencias de TI y OT?

*Hemos trabajado sobre el lanzamiento del modelo de Ingeniería-Ciberseguridad-Tecnología Operacional, desde los centros de excelencia. Es con ese modelo con el que debemos realizar la integración de gobernanza entre ambas gerencias.*

- 7- ¿Existe algún diagrama de macroprocesos que enlace la gerencia de automatización y gestión de activos con la gerencia de TI?

*Actualmente no contamos con un diagrama de macroprocesos de ese tipo, tenemos el esquema organizacional de la compañía*

## **Segundo cuestionario**

Anexo 3. Segundo cuestionario para comprender si las gestiones de proyectos digitales se llevan a cabo de forma integral. En este caso es específico para análisis de riesgos.

- 1- ¿Cómo se lleva a cabo el análisis de riesgos para la gestión de proyectos digitales?

*Se lleva a cabo solo desde el área de tecnología operacional y no se realiza de manera integral.*

- 2- ¿El análisis de riesgos se realiza de manera integral, incluyendo al personal que conforma el modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional?

*El análisis de riesgos no se realiza de forma integral, sólo incluye al personal del departamento de ciberseguridad-tecnología operacional. No incluye personal de unidades operativas, se lleva a cabo a muy alto nivel.*

- 3- ¿Cómo se establece la definición de los criterios de calidad de cada uno de los proyectos?

*Los proyectos al ser establecidos a muy alto nivel, se establecen los de los requerimientos de casa matriz, pero los que deben ser completados por necesidades de la unidad operativa, no se colocan en la definición de criterios.*

Anexo 4. Tabla de selección de los objetivos de gobernanza y gestión de COBIT 2019 con relevancia, según la situación actual de la compañía para desarrollar una metodología de proyectos digitales donde convergen las tecnologías IT/OT

| Referencia del Objetivo de gobierno y gestión de COBIT 19 | Nombre del Objetivo de gobierno y gestión de COBIT 19                | Descripción del objetivo   | Tipo de Objetivo | Relevante en gestión de proyectos digitales | Justificar el contexto en la organización   |
|---|--|--|------------------|---|---|
| EDM01   | Asegurar el establecimiento y el mantenimiento del marco de gobierno | Establecer y mantener componentes de gobierno claros con respecto a la autoridad y las responsabilidades para lograr la misión, las metas y los objetivos de la empresa.                               | Gobierno         | Sí  | Para el desarrollo de proyectos de convergencia IT/OT se debe contar con la estructura de gobierno adecuada para lograr el cumplimiento de los objetivos. En el caso de la compañía en estudio se encuentra en proceso de implementación. |
| EDM02   | Asegurar la entrega de beneficios                                    | Optimizar el valor al negocio de las inversiones en procesos empresariales, servicios de TI y activos de TI.   | Gobierno         | Sí  | Debe existir un seguimiento del valor que agregan las iniciativas de proyectos y los activos que se encuentran dentro del apartado convergencia IT/OT   |
| EDM03   | Asegurar la optimización del riesgo                                  | Asegurar que el apetito y la tolerancia al riesgo de la empresa se entiendan, articulen y comuniquen, y que se identifique y gestione el riesgo para el valor de negocio relacionado con el uso de TI. | Gobierno         | No  | Debido a que la gobernanza para gestión de proyectos digitales en el área de manufactura se encuentra en desarrollo no es aplicable   |
| EDM04   | Asegurar la optimización de recursos                                 | Asegurar que se dispone de recursos adecuados y suficientes relacionadas   | Gobierno         | No  | Debido a que la gobernanza para gestión de proyectos digitales en el área de  |

|              |   |  |          |    |  |
|--------------|---|--|----------|----|--|
|              |   | con TI (personas, procesos y tecnología) y con el negocio para apoyar eficazmente los objetivos empresariales, a un coste óptimo.  |          |    | manufactura se encuentra en desarrollo no es aplicable   |
| <b>EDM05</b> | Asegurar la participación de las partes interesadas | Asegurar que se identifica e involucra a las partes interesadas en el sistema de gobierno de TI y que la medición y comunicación sobre el rendimiento y conformidad de TI de la empresa sean transparentes, con las partes interesadas.  | Gobierno | Sí | Para el desarrollo de proyectos digitales se debe asegurar el involucramiento de todas las partes interesadas esto para que se dé visualización de oportunidades que no han sido evaluadas, esto desde la gobernanza                               |
| <b>APO01</b> | Gestionar el marco de gestión de TI                 | Diseñar el sistema de gestión para la TI de la empresa basándose en las metas empresariales y otros factores de diseño.  | Gestión  | Sí | Debido a que la gobernanza para gestión de proyectos digitales en el área de manufactura se encuentra en desarrollo no es aplicable  |
| <b>APO02</b> | Gestionar la estrategia                             | Proporcionar una visión holística del entorno empresarial y de TI actual, la dirección futura y las iniciativas necesarias para migrar al entorno futuro deseado. Garantizar que el nivel de digitalización deseado sea integral en la dirección y la estrategia de TI futuras. Evaluar la madurez digital actual de la organización y desarrollar una hoja de ruta para reducir las | Gestión  | Sí | Para lograr la transformación digital de la compañía debe existir un enfoque holístico para asegurar las conexiones de las iniciativas-proyectos con toda la compañía, además de un sistema de gobernanza claro para todas las partes interesadas. |

|              |                                       |   |         |    |  |
|--------------|---------------------------------------|---|---------|----|--|
|              |                                       | brechas. Aprovechar los bloques de construcción de la arquitectura empresarial, los componentes del gobierno y el ecosistema de la organización, incluyendo servicios y capacidades relacionadas que se proporcionan externamente, para permitir una respuesta confiable, y también ágil y eficiente a los objetivos estratégicos.  |         |    |  |
| <b>APO03</b> | Gestionar la arquitectura empresarial | Establecer una arquitectura común que consiste en capas de arquitectura de procesos de negocio, información, datos, aplicaciones y tecnología. Crear modelos y prácticas claves que describen las arquitecturas base y objetivo, en línea con la estrategia de TI de la empresa. Definir los requisitos de taxonomía, estándares, directrices, procedimientos, plantillas y herramientas, y proporcionar un vínculo para estos componentes. | Gestión | Sí | Se debe contar con una integración de las arquitecturas IT/OT en un modelo en común. Aclarando las interacciones de cada una de las áreas, pero al momento de operar que se mantengan trabajando holísticamente. |
| <b>APO04</b> | Gestionar la innovación               | Mantener una concienciación de TI y tendencias de servicio relacionadas y   | Gestión | No | Debido a que la gobernanza para gestión de proyectos digitales en el área de manufactura se encuentra en   |

|              |                         |  |         |    |   |
|--------------|-------------------------|--|---------|----|---|
|              |                         | <p>monitorizar las tendencias tecnológicas emergentes. Identificar de forma proactiva oportunidades de innovación y planificar cómo beneficiarse de la innovación en relación con las necesidades empresariales y la estrategia de TI. Analizar qué oportunidades de mejora o innovación empresarial pueden crearse mediante tecnologías emergentes, servicios o innovación empresarial habilitada por TI, así como a través de tecnologías ya establecidas y por la innovación de procesos empresariales y de TI.</p> |         |    | desarrollo no es aplicable  |
| <b>APO05</b> | Gestionar el portafolio | <p>Ejecutar la dirección estratégica establecida para las inversiones, en línea con la visión de la arquitectura empresarial y la hoja de ruta de TI. Considerar las diferentes categorías de inversiones y las limitaciones de recursos y financiación. Evaluar, priorizar y equilibrar los programas y servicios, gestionando la demanda dentro de las limitaciones de recursos y financiamiento, basándose en su</p>  | Gestión | No | Debido a que la gobernanza para gestión de proyectos digitales en el área de manufactura se encuentra en desarrollo no es aplicable |

|              |                                       |   |         |    |   |
|--------------|---------------------------------------|---|---------|----|---|
|              |                                       | alineación con los objetivos estratégicos, el valor y el riesgo de la empresa.  |         |    |   |
| <b>APO06</b> | Gestionar el presupuesto y los costes | Gestionar las actividades financieras relacionadas con TI en las funciones empresariales y de TI, cubriendo el presupuesto, la gestión de costes y beneficios, y la priorización de gastos mediante el uso de prácticas presupuestarias formales y un sistema justo y equitativo de asignación de costes a la empresa. Consultar a las partes interesadas para identificar y controlar los costes y beneficios totales dentro del contexto de los planes estratégicos y tácticos de TI. | Gestión | No | Debido a que la gobernanza para gestión de proyectos digitales en el área de manufactura se encuentra en desarrollo no es aplicable |
| <b>APO07</b> | Gestionar los recursos humanos        | Proporcionar un enfoque estructurado para asegurar una contratación/adquisición, planificación, evaluación y desarrollo de recursos humanos óptimos (tanto interna como externamente).  | Gestión | No | Debido a que la gobernanza para gestión de proyectos digitales en el área de manufactura se encuentra en desarrollo no es aplicable |
| <b>APO08</b> | Gestionar las relaciones              | Gestionar las relaciones con las partes interesadas de una manera formal y transparente que asegure   | Gestión | No | Debido a que la gobernanza para gestión de proyectos digitales en el área de manufactura se encuentra en desarrollo no es aplicable |

|              |                                    |  |         |    |  |
|--------------|------------------------------------|--|---------|----|--|
|              |                                    | una confianza mutua y un enfoque combinado en lograr las metas estratégicas dentro de las limitaciones de los presupuestos y la tolerancia al riesgo. Basar las relaciones de la comunicación abierta y transparente, un lenguaje común, así como la voluntad de responsabilizarse y rendir cuentas por las decisiones clave por ambas partes. |         |    |  |
| <b>APO09</b> | Gestionar los acuerdos de servicio | Alinear los productos y servicios habilitados por TI y los niveles de servicio con las necesidades y expectativas de la empresa, incluidos la identificación, especificación, diseño, publicación, acuerdo y monitorización de los productos y servicios de TI, niveles de servicio e indicadores de rendimiento.                              | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción |
| <b>APO10</b> | Gestionar los proveedores          | Gestionar los productos y servicios relacionados con TI proporcionados por todo tipo de proveedores para que satisfagan los requisitos de la empresa. Esto incluye la búsqueda y selección de  | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción |

|              |                        |   |         |    |  |
|--------------|------------------------|---|---------|----|--|
|              |                        | proveedores, gestión de relaciones, gestión de contratos y revisión y monitorización del rendimiento de proveedores y el ecosistema de proveedores para que sea efectiva y cumpla con la legislación.   |         |    |  |
| <b>APO11</b> | Gestionar la calidad   | Definir y comunicar los requisitos de calidad en todos los procesos, procedimientos y resultados empresariales relacionados. Habilitar los controles, monitorización continua y uso de prácticas y estándares probados en esfuerzos de mejora y eficiencia continuos. | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción |
| <b>APO12</b> | Gestionar riesgos      | Identificar, evaluar y reducir continuamente los riesgos relacionados con TI dentro de los niveles de tolerancia establecidos por la gerencia ejecutiva de la empresa.  | Gestión | Sí | Integrar la gestión de riesgos del proyecto con la estrategia empresarial, para equilibrar los costos versus los beneficios                            |
| <b>APO13</b> | Gestionar la seguridad | Definir, operar y monitorizar un sistema de gestión de seguridad de la información.   | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción |
| <b>APO14</b> | Gestionar los datos    | Lograr y mantener la gestión eficaz de los activos de datos de la   | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el  |

|              |   |   |         |    |   |
|--------------|---|---|---------|----|---|
|              |   | empresa durante todo el ciclo de vida de los datos, desde la creación hasta su entrega, mantenimiento y archivo.  |         |    | primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción  |
| <b>BAI01</b> | Gestionar los programas                   | Gestionar todos los programas del portafolio de inversión, de conformidad con la estrategia de la empresa y de forma coordinada, según un enfoque de gestión de programas estándar. Iniciar, planificar, controlar y ejecutar programas, y monitorizar el valor esperado del programa.  | Gestión |    | Trabajar sobre la gestión de la comunicación con las partes interesadas utilizando metodologías ágiles para el seguimiento de los proyectos dentro de los programas y maximizar la contribución del programa al portafolio de inversiones.                                |
| <b>BAI02</b> | Gestionar la definición de requerimientos | Identificar las soluciones y analizar los requisitos antes de su adquisición o construcción para asegurarse de que se ajustan a los requisitos estratégicos de la empresa cubriendo los procesos , aplicaciones, información/ datos, infraestructura y servicios del negocio Coordinar la revisión de opciones viables con las partes interesadas afectadas, incluidos costes y beneficios relativos, análisis de riesgos y aprobación de los requisitos y soluciones propuestas. | Gestión | Sí | Es necesario que con antelación, las partes interesadas puedan tener acceso a las fichas técnicas de los posibles proveedores, pues de esta forma se podrán ir evaluando los requerimientos que cumplen los servicios que brindarán y si es necesario adaptar algún punto |

|              |  |  |         |    |  |
|--------------|--|--|---------|----|--|
| <b>BAI03</b> | Gestionar la identificación y construcción de soluciones | Establecer y mantener productos y servicios identificados (tecnología, procesos de negocio y flujos de trabajo) alineados con los requisitos de la empresa que cubran el diseño, desarrollo, adquisición/subcontratación y la asociación con proveedores.  | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción |
| <b>BAI04</b> | Gestionar la disponibilidad y capacidad                  | Equilibrar las necesidades actuales y futuras de disponibilidad, rendimiento y capacidad con la prestación de servicios rentables. Incluir la evaluación de las capacidades actuales, previsión de las necesidades futuras basándose en los requisitos del negocio, el análisis de impactos en el negocio y la evaluación del riesgo para planificar e implementar acciones que satisfagan los requisitos identificados. | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción |
| <b>BAI05</b> | Gestionar los cambios organizativos                      | Maximizar la probabilidad de implementar con éxito un cambio organizativo sostenible en toda la empresa, de forma rápida y con un riesgo reducido. Cubrir el ciclo de vida completo del cambio y todas las partes  | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción |

|              |  |  |         |    |  |
|--------------|--|--|---------|----|--|
|              |  | interesadas en el negocio y en TI.   |         |    |  |
| <b>BAI06</b> | Gestionar los cambios de TI                                  | Gestionar todos los cambios de una manera controlada, incluidos los cambios estándar y los mantenimientos de emergencia en relación con los procesos de negocio, las aplicaciones y la infraestructura. Esto incluye estándares y procedimientos de cambio, evaluación del impacto, priorización y autorización, cambios de emergencia, seguimiento, informes, cierre y documentación. | Gestión | Sí | Incluir a todas las partes interesadas durante los procesos de gestión de cambios  |
| <b>BAI07</b> | Gestionar la aceptación y la transición de los cambios de TI | Aceptar formalmente y hacer operativas las nuevas soluciones. Incluir la planificación de la implementación, conversión de sistemas y datos, pruebas de aceptación, comunicación, preparación de la puesta en producción, paso a producción de nuevos o modificados procesos de negocio y servicios de TI, soporte temprano de la producción y revisión posterior a la implementación. | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción |
| <b>BAI08</b> | Gestionar el   | Mantener disponible la información de gestión  | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y  |

|              |                       |  |         |    |  |
|--------------|-----------------------|--|---------|----|--|
|              | conocimiento          | relevante, vigente, conocimiento validado y confiable con el fin de apoyar todas las actividades del proceso y facilitar la toma de decisiones relacionadas con el gobierno y la gestión de I&T de la empresa. Planificar la identificación, recopilación, organización, mantenimiento, uso y retirada del conocimiento.   |         |    | tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción   |
| <b>BAI09</b> | Gestionar los activos | Gestionar los activos de TI a través de su ciclo de vida para asegurarse de que su uso aporta valor a un coste óptimo, continúan operativos (adecuados a su propósito), y se tienen en cuenta y están físicamente protegidos. Asegurar que aquellos activos que son críticos para soportar la capacidad del servicio son confiables y están disponibles. Gestionar las licencias de software para asegurarse de que se adquiere, retiene y despliega la cantidad óptima en relación con el uso que requiere el negocio, y que el software instalado cumpla con los acuerdos de | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción |

|              |                            |  |         |    |  |
|--------------|----------------------------|--|---------|----|--|
|              |                            | licencia.  |         |    |  |
| <b>BAI10</b> | Gestionar la configuración | Definir y mantener descripciones y relaciones entre recursos claves y las capacidades necesarias para ofrecer servicios habilitados por TI. Incluir la recopilación de información sobre la configuración, estableciendo líneas de referencia, verificando y auditando esta información, y actualizando el repositorio de configuración. | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción   |
| <b>BAI11</b> | Gestionar los proyectos    | Gestionar todos los proyectos que se inician en la empresa, alineados con la estrategia de la empresa y de forma coordinada, con base en una estrategia de gestión de proyectos estándar. Iniciar, planificar, controlar y ejecutar proyectos, y concluir con una revisión post-implementación.  | Gestión | Sí | Obtener los resultados definidos del proyecto mediante el involucramiento con las partes interesadas, además de trabajar para la reducción del riesgo mediante la mejora de las comunicaciones y la participación de las partes interesadas. |
| <b>DSS01</b> | Gestionar las operaciones  | Coordinar y ejecutar las actividades y los procedimientos operativos requeridos para entregar los servicios de TI, internos y externalizados. Incluir la ejecución de procedimientos de operación estándar   | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción   |

|              |  |   |         |    |  |
|--------------|--|---|---------|----|--|
|              |  | predefinidos y las actividades de supervisión requeridas.   |         |    |  |
| <b>DSS02</b> | Gestionar las peticiones y los incidentes del servicio | Proporcionar una respuesta oportuna y efectiva a las solicitudes de los usuarios y la resolución de todos los tipos de incidentes. Restaurar el servicio normal, registrar y completar las solicitudes de usuario; y registrar, investigar, diagnosticar, escalar y resolver los incidentes.  | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción |
| <b>DSS03</b> | Gestionar los problemas                                | Identificar y clasificar los problemas y su causa raíz. Ofrecer una solución oportuna para evitar incidentes recurrentes.   | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción |
| <b>DSS04</b> | Gestionar la continuidad                               | Establecer y mantener un plan que permita a las organizaciones empresariales y a TI responder a los incidentes y adaptarse rápidamente a las interrupciones. Esto permitirá la operación continua de los procesos críticos de negocio y de los servicios de I&T necesarios, y mantener la disponibilidad de recursos, activos e información en un nivel aceptable para la | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción |

|              |  |  |         |    |  |
|--------------|--|--|---------|----|--|
|              |  | empresa.   |         |    |  |
| <b>DSS05</b> | Gestionar los servicios de seguridad                         | Proteger la información de la empresa para mantener el nivel de riesgo de la seguridad de la información aceptable para la empresa, conforme con la política de seguridad. Establecer y mantener roles y privilegios de acceso de seguridad de la información. Realizar una monitorización de la seguridad.                    | Gestión | Sí | El modelo de gestión debe involucrar bajo cuales criterios de calidad se mantiene la seguridad de la información                                       |
| <b>DSS06</b> | Gestionar los controles de los procesos de negocio           | Definir y mantener los controles apropiados de los procesos de negocio para asegurar que la información relacionada y procesada por procesos de negocio internos o externalizados cumpla con todos los requisitos relevantes de control de la información. Identificar los requisitos relevantes de control de la información. | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción |
| <b>MEA01</b> | Gestionar la monitorización del rendimiento y la conformidad | Recopilar, validar y evaluar las metas y métricas de alineamiento de la empresa. Supervisar que los procesos y las prácticas se desempeñen según las metas y métricas de rendimiento y conformidad acordadas.  | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción |

|              |  |  |         |    |  |
|--------------|--|--|---------|----|--|
|              |  | Proporcionar informes sistemáticos y oportunos.  |         |    |  |
| <b>MEA02</b> | Gestionar el sistema de control interno                  | Supervisar y evaluar continuamente el entorno de control, incluyendo autoevaluaciones y autoconcienciación. Habilitar a la gerencia para identificar deficiencias e ineficiencias de control e iniciar acciones de mejora. Planificar, organizar y mantener estándares para la evaluación del control interno y la eficacia del control de procesos. | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción   |
| <b>MEA03</b> | Gestionar el cumplimiento de los requerimientos externos | Evaluar si los procesos de TI y los procesos de negocio apoyados por TI cumplen con las leyes, regulaciones y requisitos contractuales. Asegurar que los requisitos se han identificado y cumplido; integrar el cumplimiento de TI con el cumplimiento general de la empresa.  | Gestión | Sí | Asegurarse que la compañía cumpla con los requerimientos establecidos por la casa matriz para gestionar los proyectos.   |
| <b>MEA04</b> | Gestionar el aseguramiento                               | Planificar, delimitar y ejecutar iniciativas de aseguramiento para cumplir con requisitos internos, leyes, regulaciones y objetivos estratégicos. Permitir que la dirección ofrezca una garantía adecuada y  | Gestión | No | Se ha creado un modelo de ingeniería-ciberseguridad y tecnología operacional el primer trimestre del 2025. Por lo que aún se encuentra en construcción el establecimiento de indicadores para evaluar cumplimiento |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  | sostenible en la empresa, con la realización de revisiones y actividades de aseguramiento independiente. |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

Anexo 5. Tabla de análisis de los objetivos de gobierno y gestión de COBIT 2019 por buenas prácticas.

Se analizará la aplicación de cada práctica de gobierno, basado en la situación actual de la compañía de estudio y basado sobre el resultado se dará la selección de de las prácticas de gobierno por objetivo de gestión.

| Referencia | Nombre del objetivo  | Buena práctica                                    | ¿La buena práctica es clave para los proyectos de integración tecnológica? | ¿Por qué es clave para transformar la situación actual de la compañía?  |
|------------|--|---|--|---|
| EDM01      | Asegurar el establecimiento y el mantenimiento del marco de gobierno | Evaluar el sistema de gobierno                    | No   | Porque el sistema de gobierno se encuentra en fase de implementación por lo que no se puede catalogar un sistema maduro, por tal razón se propone para otra etapa |
|            |  | Dirigir el sistema de gobierno                    | No   | Para dirigir el sistema de gobierno se requiere una figura clave para llevar a cabo esta práctica   |
|            |  | Monitorizar el sistema de gobierno                | No   | Para asegurar el establecimiento del sistema de gestión debe evaluarse su madurez, luego de implementado en las unidades operativas.                              |
| EDM02      | Asegurar la entrega de beneficios.                                   | Establecer el objetivo de la mezcla de inversión. | No   | Este objetivo es de gobernanza y no está enfocado a gestión de proyectos  |

|       |   |   |    |   |
|-------|---|---|----|---|
|       |   | Evaluar la optimización del valor.  | No | Porque cada cartera de proyectos debe estar alineada según los objetivos estratégicos de la organización.   |
|       |   | Dirigir la optimización del valor.  | No | Porque se le debe dar seguimiento a cada iniciativa proyecto, de tal forma se asegurará que entregue beneficios   |
|       |   | Monitorizar la optimización del valor.  | No | Porque en está práctica se verá evidenciada el seguimiento de los resultados de proyectos, en las juntas mensuales con la dirección técnica.  |
| EDM05 | Asegurar la participación de las partes interesadas | Evaluar el compromiso y los requisitos de reportes de las partes interesadas. | Sí | Si bien es cierto este objetivo es de gobernanza, se debe asegurar que para gestiones de proyectos, así como seguimientos al modelo de gestión se cuente con el personal adecuado para asegurar su compromiso |
|       |   | Dirigir el compromiso, comunicación y reporte de las partes interesadas.      | Sí | Es importante para asegurar que todos están involucrados y se ha enfocado el desarrollo del proyecto desde diferentes perspectivas  |
|       |   | Monitorizar el compromiso de las partes interesadas.                          | Sí | Para dirigir el sistema de gobierno se requiere una figura clave para llevar a cabo está práctica   |
| APO01 | Gestionar el marco de gestión de TI                 | Diseñar el sistema de gestión para la TI de la empresa                        | No | Esta buena práctica es de gobernanza y debe ser socializada por parte del departamento de TI  |
|       |   | Gestionar la comunicación de objetivos, dirección y decisiones tomadas        | Sí | Si bien es cierto este objetivo es de gobernanza, se debe asegurar que para gestiones de proyectos, se encuentren alineados a los objetivos de negocio  |
|       |   | Gestionar la implementación de procesos (para respaldar la                    | No | Si bien es cierto este objetivo es de gobernanza, se debe asegurar que para gestiones de proyectos, se encuentren alineados a los objetivos de negocio  |

|       |                         |   |    |   |
|-------|-------------------------|---|----|---|
|       |                         | consecución de objetivos de gobierno y gestión).  |    |   |
|       |                         | Definir e implementar las estructuras organizativas.  | Sí | Es clave para la gobernanza y gestión del modelo  |
|       |                         | Establecer roles y responsabilidades.   | Sí | Es clave para la gobernanza y gestión del modelo  |
|       |                         | Optimizar la ubicación de la función de TI.   | No | Es clave para la gestión del modelo, pero no impacta directamente la gestión de proyectos   |
|       |                         | Definir la propiedad de la información (datos) y sistemas de información  | Sí | Es clave para la gobernanza y gestión del modelo  |
|       |                         | Definir las habilidades y competencias objetivo.  | No | Es clave para la gestión del modelo, pero no impacta directamente la gestión de proyectos   |
|       |                         | Definir y comunicar políticas y procedimientos.   | Si | Es clave para la gobernanza y gestión del modelo  |
|       |                         | Definir e implementar la infraestructura, servicios y aplicaciones para respaldar el sistema de gobierno y gestión. | No | Es clave para la gestión del modelo, pero no impacta directamente la gestión de proyectos   |
|       |                         | Gestionar la mejora continua del sistema de gestión de TI.  | Sí | Es clave para la gobernanza y gestión del modelo  |
| APO02 | Gestionar la estrategia | Comprender el contexto y la dirección de la empresa.  | Si | Para la organización es clave que previo a colocar iniciativas de proyectos se tenga claro cuáles son los objetivos estratégicos aplicables para el periodo |

|       |                                       |  |    |   |
|-------|---------------------------------------|--|----|---|
|       |                                       | Evaluar las capacidades, rendimiento y madurez digital actual de la empresa. | Sí | Para la organización es clave que previo a colocar iniciativas de proyectos se tenga claro cuáles son las capacidades en temas de proyectos digitales para la empresa |
|       |                                       | Definir las capacidades digitales objetivo.                                  | Sí | Este punto es clave previo a la generación de las iniciativas que se transformarán en proyectos   |
|       |                                       | Llevar a cabo un análisis de brecha  | Sí | Este punto es clave previo a la generación de las iniciativas que se transformarán en proyectos   |
|       |                                       | Definir el plan estratégico y el mapa de ruta.                               | Sí | Este punto es clave previo a la generación de las iniciativas que se transformarán en proyectos   |
|       |                                       | Comunicar la dirección y estrategia de TI.                                   | Sí | Este punto es clave previo a la generación de las iniciativas que se transformarán en proyectos   |
| APO03 | Gestionar la arquitectura empresarial | Desarrollar la visión de arquitectura empresarial.                           | No | Es clave para gestionar proyectos en la división Ingeniería-OT-Ciberseguridad, la cual ya está establecida, basada en el modelo de Purdue                             |
|       |                                       | Definir la arquitectura de referencia.                                       | No | Es clave para gestionar proyectos en la división Ingeniería-OT-Ciberseguridad, la cual ya está establecida, basada en el modelo de Purdue                             |
|       |                                       | Seleccionar oportunidades y soluciones.                                      | No | Es clave para gestionar proyectos en la división Ingeniería-OT-Ciberseguridad, la cual ya está establecida, basada en el modelo de Purdue                             |
|       |                                       | Definir la implementación de la arquitectura.                                | No | Es clave para gestionar proyectos en la división Ingeniería-OT-Ciberseguridad, la cual ya está establecida, basada en el modelo de Purdue                             |

|                     |                   |   |                         |   |
|---------------------|-------------------|---|-------------------------|---|
|                     |                   | Proporcionar servicios de arquitectura empresarial.       | No                      | Esta práctica se encuentra en desarrollo, pero no afecta directamente la implementación de la metodología de proyectos digitales.   |
| APO12               | Gestionar riesgos | Recopilar datos.  | Sí                      | La recopilación de datos es importante porque permite darle sentido a la investigación y entendimiento de la materialización de los riesgos.  |
|                     |                   | Analizar el riesgo.                                       | Sí                      | El análisis de riesgos es importante para saber con que acciones se podrán mitigar, así como decidir no proceder con un proyecto porque es altamente negativo para el negocio según el resultado del riesgo |
|                     |                   | Mantener un perfil de riesgo.                             | Sí                      | Es importante que los proyectos tengan una clasificación de riesgos como bajo, medio o alto   |
|                     |                   | Articular el riesgo.                                      | Sí                      | Se debe presentar el riesgo de la manera más clara respecto a su impacto y probabilidad   |
|                     |                   | Definir un portafolio con acciones de gestión de riesgos. | Sí                      | Dentro de una cartera de proyectos es necesario contar tanto con un presupuesto como con un listado de acciones por proyecto para mitigar riesgos   |
|                     |                   | Responder al riesgo.                                      | Sí                      | Ejecutar las acciones de mitigación en caso de que se requiera  |
|                     |                   | BAI01   | Gestionar los programas | Mantener un enfoque estándar en la gestión de programas.  |
| Iniciar un programa | No                |   |                         | Esta practica es importante porque le da formalidad al programa y mantiene la comunicación para todos los interesados   |

|       |   |   |    |  |
|-------|---|---|----|--|
|       |   | Gestionar el compromiso de las partes interesadas.                      | No | Esta práctica es importante para darle madurez al sistema de la organización   |
|       |   | Desarrollar y mantener el plan del programa                             | No | Esta práctica es importante para darle madurez al sistema de la organización   |
|       |   | Lanzar y ejecutar el programa   | No | Esta práctica es importante para darle madurez al sistema de la organización   |
|       |   | Monitorizar, controlar y reportar sobre los resultados del programa     | No | Esta práctica es importante para darle madurez al sistema de la organización   |
|       |   | Gestionar la calidad del programa                                       | No | Esta práctica es importante para darle madurez al sistema de la organización   |
|       |   | Gestionar el riesgo del programa.                                       | No | Esta práctica es importante ya que permite destinar un presupuesto para mitigar los riesgos del programa en caso de retrasos o alguna eventualidad mayor |
|       |   | Cerrar un programa  | No | Esta práctica es importante para darle madurez al sistema de la organización   |
| BAI02 | Gestionar la definición de requerimientos | Definir y mantener los requisitos funcionales y técnicos del negocio.   | Sí | Esta práctica para la organización es relevante ya que le da madurez al sistema  |
|       |   | Realizar un estudio de factibilidad y formular soluciones alternativas. | No | Esta práctica se puede evidenciar en el desarrollo de un caso de negocio   |
|       |   | Gestionar el riesgo de los requisitos                                   | Sí | Para la organización este ítem se tiene que desarrollar dentro de la gestión de cambios.   |

|       |   |   |    |  |
|-------|---|---|----|--|
|       |   | Obtener la aprobación de requisitos y soluciones  | No | Para la organización este item se tiene que desarrollar dentro de la gestión de cambios.   |
| BAI04 | Gestionar la disponibilidad y capacidad | Evaluar la disponibilidad, rendimiento y capacidad actuales y crear una línea de referencia | No | Para la organización es crucial está práctica se realice previo a que se este ejecutando el proyecto                             |
|       |   | Evaluar el impacto en el negocio.   | No | Para la organización es crucial está práctica se realice previo a que se este ejecutando el proyecto                             |
|       |   | Planificar los requisitos de los servicios nuevos o modificados.                            | No | Para la organización este item se tiene que desarrollar dentro de la gestión de cambios.   |
|       |   | Monitorizar y revisar la disponibilidad y la capacidad.                                     | No | Para la organización es crucial está práctica se realice previo a que se este ejecutando el proyecto                             |
|       |   | Investigar y resolver los problemas de disponibilidad, rendimiento y capacidad.             | No | Está práctica para la organización puede verse transformada en el desarrollo de un nuevo proyecto.                               |
| BAI05 | Gestionar los cambios organizativos     | Establecer el deseo de cambiar.   | No | Para la organización es importante quede declarado desde las altas gerencias.  |
|       |   | Formar un equipo de implementación eficaz.  | No | Para la organización es importante que se trabaje con equipo multidisciplinario, para que pueda darle enfoque a todas las áreas. |
|       |   | Comunicar la visión deseada.  | No | Para la organización es importante hacer comunicaciones de apertura de proyectos mediante un kick-off                            |

|       |                             |   |    |   |
|-------|-----------------------------|---|----|---|
|       |                             | Facultar a los roles participantes e identificar las ganancias a corto plazo. | No | Para la organización es importante que cada participante de proyectos entienda su rol, para ello debe quedar enlistado desde la formación del equipo de trabajo.                              |
|       |                             | Habilitar la operación y el uso.  | No | Para la organización es importante que esto quede declarado una vez se haya cerrado el proyecto.  |
|       |                             | Incorporar nuevos enfoques.   | No | Para la organización es importante hacer comunicaciones de apertura de proyectos  |
|       |                             | Sostener los cambios.   | No | Para la organización es importante hacer comunicaciones de apertura de proyectos  |
| BAI06 | Gestionar los cambios de TI | Evaluar, priorizar y autorizar solicitudes de cambio.                         | Sí | Este ítem es relevante, siempre y cuando impacte directamente la convergencia de TI con la tecnología operacional   |
|       |                             | Gestionar cambios de emergencia.  | Sí | Este ítem es relevante, siempre y cuando impacte directamente la convergencia de TI con la tecnología operacional   |
|       |                             | Hacer seguimiento e informar sobre cambios de estado.                         | Sí | Este ítem es relevante, siempre y cuando impacte directamente la convergencia de TI con la tecnología operacional   |
|       |                             | Cerrar y documentar los cambios.  | Sí | Este ítem es relevante, siempre y cuando impacte directamente la convergencia de TI con la tecnología operacional   |
| BAI11 | Gestionar los proyectos     | Mantener un enfoque estándar en la gestión de proyectos.                      | Sí | Para la compañía es de gran importancia mantener un enfoque estandarizado en la cartera de proyectos digitales, ya que muchos se integran desde las áreas de ingeniería, OT y ciberseguridad. |

|  |  |  |    |  |
|--|--|--|----|--|
|  |  | Establecer e iniciar un proyecto.                              | Sí | Para la compañía este ítem es de gran importancia, ya que es la forma de llevar un orden en la asignación de recursos y darle formalidad al proceso.                                       |
|  |  | Gestionar la participación de las partes interesadas.          | Si | Para la transformación de la compañía es de gran importancia, pues es la forma en que se asegura que el presupuesto se gestione adecuadamente en cada una de las actividades del proyecto. |
|  |  | Desarrollar y mantener el plan del proyecto.                   | Sí | Para la transformación de la compañía es de gran importancia, pues es la forma en que se asegura el presupuesto se gestione adecuadamente en cada una de las actividades del proyecto.     |
|  |  | Gestionar la calidad del proyecto.                             | Sí | Para la transformación de la compañía es de gran importancia, pues es la forma en que se asegura el presupuesto se gestione adecuadamente en cada una de las actividades del proyecto.     |
|  |  | Gestionar el riesgo del proyecto.                              | Sí | Para la transformación de la compañía es de gran importancia, pues es la forma en que se asegura el presupuesto se gestione adecuadamente en cada una de las actividades del proyecto.     |
|  |  | Supervisar y controlar los proyectos.                          | Sí | Para la transformación de la compañía es de gran importancia, pues es la forma en que se asegura el presupuesto se gestione adecuadamente en cada una de las actividades del proyecto.     |
|  |  | Gestionar los recursos del proyecto y los paquetes de trabajo. | Sí | Para la transformación de la compañía es de gran importancia, pues es la forma en que se asegura el presupuesto se gestione adecuadamente en cada una de las actividades del proyecto.     |
|  |  | Cerrar un proyecto o iteración.                                | Sí | Para la compañía es de gran relevancia en la transformación, pues se hace la entrega formal del activo para su operación y se tiene retroalimentación del uso diario.                      |

|       |  |  |    |   |
|-------|--|--|----|---|
| DSS05 | Gestionar los servicios de seguridad                     | Proteger contra software malicioso   | No | Para el cambio en la compañía es necesario que este ítem se lleva a cabo en la gestión de riesgos cuando se implementa un nuevo dispositivo   |
|       |  | Gestionar la seguridad de la conectividad y de la red.   | Sí | Para la compañía ha sido crucial adoptar el modelo de Purdue cuando se desarrolló el modelo de gestión de la OT   |
|       |  | Gestionar la seguridad de endpoint.  | No | Para la compañía ha sido crucial adoptar el modelo de Purdue cuando se desarrolló el modelo de gestión de la OT   |
|       |  | Gestionar la identidad del usuario y el acceso lógico.   | No | Para la compañía ha sido crucial adoptar el modelo de Purdue cuando se desarrolló el modelo de gestión de la OT   |
|       |  | Gestionar el acceso físico a los activos de TI.  | No | Para la compañía ha sido crucial adoptar el modelo de Purdue cuando se desarrolló el modelo de gestión de la OT   |
|       |  | Gestionar documentos sensibles y dispositivos de salida.   | No | Es importante para la transformación de la compañía que la gestión documental la lleve un área designada para tal fin, así cómo cuando se le da de baja a los activos.                    |
|       |  | Gestionar las vulnerabilidades y monitorizar la infraestructura para detectar eventos relacionados con la seguridad. | Sí | Es importante para la transformación de la compañía que cada iniciativa evalúe las capacidades que se tienen versus la sinergia de las posibles soluciones que se plantean a un proyecto. |
| MEA03 | Gestionar el cumplimiento de los requerimientos externos | Identificar los requisitos externos de cumplimiento.   | Sí | Es importante para la transformación de la compañía que venga establecido desde la estructura organizacional quién será la persona responsable de identificar los requisitos externos.    |
|       |  | Optimizar la respuesta a los requisitos externos.  | No | Para asegurar el cumplimiento de requisitos externos esto se lleva a cabo con la gestión de cambios que viene inmersa en la gestión de proyectos  |

|  |  |   |    |  |
|--|--|---|----|--|
|  |  | Confirmar el cumplimiento externo.            | Sí | Este ítem no recae en gestión de proyectos, se evalúa en auditoría |
|  |  | Obtener aseguramiento de cumplimiento externo | No | Este ítem no recae en gestión de proyectos, se evalúa en auditoría |

