

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

GUÍA DE APLICACIÓN DE ENFOQUES HÍBRIDOS PARA PROYECTOS DE DISEÑO DE
CONECTORES ELECTRÓNICOS

AZZARO LOHMANN MATA

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

San José, Costa Rica

Marzo 2024

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
requisito parcial para optar al grado de Maestría en Administración de Proyectos

Álvaro Mata Leitón
PROFESOR TUTOR

Gloria Urrego Pava
LECTORA No.1

Carlos Castro Torres
LECTOR No.2

Azzaro Lohmann Mata
SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A mi Dios, quien me ilumina en los caminos más oscuros y me da la fuerza para seguir adelante. Y en especial a mi madre, que sin su apoyo incondicional y esfuerzo incansable este logro no habría sido posible.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, cuyo amor incondicional y apoyo incansable me hicieron el hombre y profesional que soy. Nada de esto hubiera sido posible sin ella.

También a mi profesor tutor y mis lectores, que con su estricta guía y enseñanza ha contribuido a la culminación de este proyecto final de graduación.

Desde luego a la UCI y todo su personal docente, por su arduo trabajo en la formación de excelente profesionales y seres humanos en todo el mundo.

Finalmente, a mis compañeros de carrera, que por medio de la colaboración mutua hizo que el intercambio de conocimientos fuera el más enriquecedor.

ABSTRACT

El presente trabajo tiene como objetivo elaborar una guía de administración de proyectos para el diseño de conectores electrónicos empleando una metodología híbrida. Esta guía fue inspirada del método Predictivo utilizado en Samtec; sin embargo, puede ser utilizada por cualquier empresa que diseñe conectores. Durante sus seis años de experiencia como diseñador en Samtec, el autor identificó algunas oportunidades de mejora; tales como: poca integración entre los diseñadores y el equipo de operaciones, procesos innecesarios durante la etapa de diseño, y falta de integración dentro del equipo de diseño.

A raíz de esto, se elaboró una guía de administración de proyectos utilizando un método híbrido que es predominantemente Predictivo, pero contiene elementos de DevOps, Lean y Kanban para solventar estas deficiencias. Para ello se utilizaron los métodos de investigación analítico-sintético, inductivo y comparativo. Esto permitió comprender a profundidad las diferentes metodologías híbridas para optimizar la forma de gestionar los diseños en Samtec.

Entre las conclusiones obtenidas se determinaron cuáles características de estas cuatro metodologías eran aptas para adoptar en el diseño de conectores; se investigaron tres tesis de maestría que emplearon enfoques híbridos para la gestión de proyectos; y se establecieron las condiciones requeridas para poder implementar la presente guía de administración de proyectos.

Por último, se brindaron recomendaciones a la empresa que pretenda adoptar la presente guía en cuanto a la estructura idónea organizacional, la estructura del departamento del diseño, la ubicación de los recursos, la contratación de personal externo o Freelance, entre otros.

Palabras clave: diseño, conectores electrónicos, metodologías híbridas, Waterfall, Lean, Kanban, DevOps.

ABSTRACT

The intent of this project is to develop project management guide for designing electronic connectors using a hybrid methodology. This guide was inspired from the Waterfall methodology used at Samtec. However, this guide was developed in such a way that it may be adopted by any company regardless. With his six years of experience as a designer, the author was able to identify some areas of improvement, such as: poor integration between the designers and the operations team, unnecessary processes during the design phase, and lack of integration within the design team.

Due to this, a project management guide was developed utilizing a hybrid approach. This methodology is mainly based on Waterfall but contains elements of Lean, Kanban and DevOps in order to strengthen these deficiencies. Various methods of research were utilized: analytic-synthetic, inductive, and comparative. This allowed to reach a thorough understanding of the different hybrid methodologies in order to optimize the way connector designs are managed at Samtec.

In the conclusion stage the author determined which characteristics of these four methodologies could be used for the development of the present work; three Master's degree thesis were analyzed in order to understand how their hybrid methodologies were employed; and the necessary conditions in order to employ this project management guide were established.

Lastly, various recommendations were provided to the organization that might employ this guide in terms of the organizational structure, the structure of the department of design, the location of resources, the use of third-party companies or Freelance personnel, among others.

Key words: design, electronic connectors, hybrid methodologies, Waterfall, Lean, Kanban, DevOps.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	13
LISTA DE TABLAS.....	15
RESUMEN EJECUTIVO.....	19
1 INTRODUCCIÓN.....	21
1.1 Antecedentes.....	22
1.2 Problemática.....	24
1.3 Justificación del proyecto.....	25
1.4 Objetivo general.....	29
1.5 Objetivos específicos.....	29
2 MARCO TEÓRICO.....	30
2.1 MARCO INSTITUCIONAL.....	30
2.1.1 Antecedentes de la institución.....	30
2.1.2 Misión y visión.....	31
2.1.3 Estructura organizativa.....	32
2.1.4 Productos y servicios que ofrece.....	38
2.2 Teoría de Administración de Proyectos.....	43
2.2.1 Principios de la dirección de proyectos.....	43
2.2.1.1 Ser un administrador diligente, respetuoso y cuidadoso.....	43
2.2.1.2 Crear un entorno colaborativo del equipo del proyecto.....	44
2.2.1.3 Involucrarse eficazmente con los Interesados.....	45

2.2.1.4	Enfocarse en el valor.	46
2.2.1.5	Reconocer, evaluar y responder a las interacciones del sistema.	47
2.2.1.6	Demostrar comportamientos de liderazgo.....	47
2.2.1.7	Adaptar en función del contexto.....	48
2.2.1.8	Incorporar la calidad en los procesos y los entregables.	49
2.2.1.9	Navegar en la complejidad.....	50
2.2.1.10	Optimizar las respuestas a los riesgos.....	51
2.2.1.11	Adoptar la adaptabilidad y la resiliencia.	51
2.2.1.12	Permitir el cambio para lograr el estado futuro previsto.....	52
2.2.2	Dominios de desempeño del proyecto	53
2.2.2.1	Dominio de desempeño de los interesados.....	53
2.2.2.2	Dominio de desempeño del equipo.....	55
2.2.2.3	Dominio de desempeño del enfoque de desarrollo y del ciclo de vida.....	56
2.2.2.4	Dominio de desempeño de la planificación	57
2.2.2.5	Dominio de desempeño del trabajo del proyecto.....	58
2.2.2.6	Dominio de desempeño de la entrega.....	59
2.2.2.7	Dominio de desempeño de la medición	60
2.2.2.8	Dominio de desempeño de la incertidumbre	61
2.2.3	Proyectos predictivos, proyectos adaptativos y proyectos híbridos	62
2.2.4	Administración, dirección o gerencia de proyectos.....	65
2.2.5	Áreas de conocimiento y procesos de la administración de proyectos	66
2.2.6	Ciclos de vida de los proyectos.....	71
2.2.7	Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos.....	75
2.3	Otra teoría propia del tema de interés.....	77
2.3.1	Situación actual del problema u oportunidad en estudio	77

2.3.2	Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio	80
2.3.2.1	Metodologías que se han usado	80
2.3.2.2	Conclusiones y recomendaciones obtenidas	87
2.3.3	Otra teoría relacionada con el tema en estudio.....	88
2.3.3.1	Introducción a conectores electrónicos, aplicaciones y tipos de industrias 88	
2.3.3.2	Tipos de conectores electrónicos.....	90
2.3.3.3	Integridad de Señal.....	95
3	MARCO METODOLÓGICO.....	98
3.1	FUENTES DE INFORMACIÓN	98
3.1.1	Fuentes primarias	98
3.1.2	Fuentes secundarias.....	99
3.2	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	102
3.2.1	Método analítico-sintético	102
3.2.2	Método inductivo.....	103
3.2.3	Método comparativo	103
3.3	HERRAMIENTAS.....	106
3.4	SUPUESTOS Y RESTRICCIONES.....	107
3.5	ENTREGABLES.....	110
4	DESARROLLO.....	112

4.1 CARACTERÍSTICAS DE WATERFALL, LEAN, KANBAN Y DEVOPS, QUE PODRÍAN INCORPORARSE A LA METODOLOGÍA HÍBRIDA DE GESTIÓN DE PROYECTOS PROPUESTA, CON EL FIN DE GENERAR UNA METODOLOGÍA QUE IMPLEMENTE LO MEJOR DE ELLAS	112
4.2 ANÁLISIS DE DIFERENTES GUÍAS DE APLICACIÓN EXISTENTES PARA PROYECTOS HÍBRIDOS QUE UTILIZAN WATERFALL, LEAN, KANBAN Y/O DEVOPS CON EL FIN DE DETERMINAR SI ALGUNA DE ESTAS PUEDE SER UTILIZADA EN EL DISEÑO DE CONECTORES.....	116
4.2.1 Modelo Híbrido de Gestión de Proyectos para Agencias de Mercadeo.....	116
4.2.1.1 Implementación de Kanban	117
4.2.1.3 Aspectos por Implementar en el Diseño de Conectores.....	119
4.2.2 Modelo de Gestión Ágil para Proyectos de Ingeniería en Líneas de Transmisión y Diseño de Subestaciones	120
4.2.2.1 Implementación de Lean.....	121
4.2.2.2 Implementación de Kanban	122
4.2.2.3 Implementación de Waterfall.....	122
4.2.2.4 Aspectos por Implementar en el Diseño de Conectores.....	123
4.2.3 Modelo de Gestión de Proyectos de Mejora Continua utilizando Lean Management para Emerson Electric Costa Rica	124
4.2.3.1 Implementación de Lean Management	125
4.2.3.2 Implementación de Waterfall.....	128
4.2.3.3 Aspectos por Implementar en el Diseño de Conectores.....	131

4.3 CONDICIONES NECESARIAS PARA LA APLICACIÓN DE ESTA GUÍA DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS.....	134
4.4 GUÍA DE APLICACIÓN DE PROYECTOS HÍBRIDOS UTILIZANDO WATERFALL, LEAN, KANBAN Y DEVOPS CON BASE EN EL ANÁLISIS DEL MATERIAL RECOPIADO PARA QUE PUEDA SER UTILIZADA EN EL DISEÑO DE CONECTORES ELECTRÓNICOS.	136
4.4.1 Aplicación de Lean.....	136
4.4.1.1 Oportunidades de mejora en el proceso Pre Orden de Compra.....	141
4.4.1.2 Oportunidades de mejora en el proceso Post Orden de Compra	145
4.4.1.3 Oportunidades de mejora en el proceso Post Producción.....	148
4.4.2 Aplicación de Waterfall.....	150
4.4.2.1 Resumen de recomendaciones de mejora	159
4.4.3 Aplicación de Kanban	161
4.4.3.1 Ejemplo de aplicación de Kanban N°1	163
4.4.3.2 Ejemplo de aplicación de Kanban N°2	166
4.4.3.3 Resumen de recomendaciones de mejora	167
4.4.4 Aplicación de DevOps.....	168
4.4.4.1 Resumen de recomendaciones de mejora	170
5 CONCLUSIONES.....	172
6 RECOMENDACIONES	175
7 VALIDACIÓN DEL TRABAJO EN EL CAMPO DEL DESARROLLO REGENERATIVO Y/O SOSTENIBLE	177

7.1 RELACIÓN DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO	
SOSTENIBLE	178
7.1.1 Fin de la pobreza	178
7.1.2 Hambre cero	179
7.1.3 Salud y bienestar	180
7.1.4 Educación de calidad	181
7.1.5 Igualdad de género	182
7.1.6 Agua limpia y saneamiento	183
7.1.7 Energía asequible y no contaminante	183
7.1.8 Trabajo decente y crecimiento económico	184
7.1.9 Industria, innovación e infraestructura.....	185
7.1.10 Reducción de las desigualdades.....	186
7.1.11 Ciudades y comunidades sostenibles	187
7.1.12 Producción y consumo responsables.....	188
7.1.13 Acción por el clima.....	189
7.1.14 Vida submarina.....	190
7.1.15 Vida de ecosistemas terrestres	191
7.1.16 Paz, justicia e instituciones sólidas	192
7.1.17 Alianzas para lograr los objetivos.....	193
7.2 ANÁLISIS DEL PROYECTO DE ACUERDO CON EL ESTÁNDAR P5	193
7.3 RELACIÓN DEL PROYECTO CON LAS DIMENSIONES DEL DESARROLLO	
REGENERATIVO	231
Lista de Referencias	234

Anexos	240
Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG	240
Anexo 2: EDT del PFG	250
Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG	251
Anexo 4: Investigación bibliográfica preliminar	252
Anexo 5: Propuesta de Declaración de Trabajo (SOW)	256

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Componentes del Sistema para la Entrega de Valor	27
Figura 2 Ejemplo de un Sistema de Entrega de Valor	28
Figura 3 Organigrama del Departamento de Diseño	33
Figura 4 Organigrama del Departamento de CAD.....	35
Figura 5 Organigrama del Departamento de Manufactura	36
Figura 6 Organigrama del Departamento de Calidad	37
Figura 7 Organigrama del Departamento de Integridad de Señal	38
Figura 8 Conector ARC6.....	40
Figura 9 Conectores mPower.....	41
Figura 10 Conectores MIL-HD2	41
Figura 11 Conectores iPass, serie 74546.....	42
Figura 12 Conectores HDMI con cable	42
Figura 13 Ciclo de gestión de los interesados	54
Figura 14 Triple Restricción: Predictivo vs Adaptativo.....	63
Figura 15 Enfoque de desarrollo Ágil-Predictivo.....	64
Figura 16 Ciclo de vida predictivo vs adaptativo.....	71
Figura 17 Ciclo de vida incremental	72
Figura 18 Ciclo de vida iterativo	73
Figura 19 Ciclo de vida ágil	73
Figura 20 Ciclo de vida de la guía de aplicación para el diseño de conectores	74
Figura 21 Interrelación entre Portafolios, Programas y Proyectos.....	76
Figura 22 Lean vs Kanban vs Ágil.....	83
Figura 23 Tablero Kanban	84
Figura 24 Ciclo de Vida de DevOps	86

Figura 25 Conectores Searay, número de parte 459702115, por Molex.....	90
Figura 26 Conector EXTreme EnergetiC, número de parte 1710970001, por Molex.....	91
Figura 27 Conectores PCIEC, ECDP y ECUE por Samtec	92
Figura 28 Conector Accelerate Mini de Samtec	93
Figura 29 Conector SMA, de Amphenol.....	94
Figura 30 Conector 100G CFP, de Amphenol.....	95
Figura 31 Dimensiones del Desarrollo Regenerativo	128
Figura 32 Código de colores para los Mapeos de Proceso	136
Figura 33 Mapeo de Proceso en Samtec Pre Orden de Compra	137
Figura 34 Mapeo de Proceso en Samtec Post Orden de Compra.....	139
Figura 35 Propuesta de Mapeo de Proceso Pre Orden de Compra	144
Figura 36 Propuesta de Mapeo de Proceso Post Orden de Compra.....	147
Figura 37 Código de colores para los Mapeos de Proceso	148
Figura 38 Propuesta de Mapeo de Proceso Post Producción	149
Figura 39 Estructura de Desglose de Recursos para el Diseño de Conectores.....	152
Figura 40 Ejemplo 1: Diagrama de Flujo Acumulado para los Dibujantes	165
Figura 41 Ejemplo 2: Diagrama de Flujo Acumulado para los Dibujantes	166
Figura 42 Dimensiones del Desarrollo Regenerativo	231

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Relación entre Áreas del Conocimiento y Grupos de Procesos.....	70
Tabla 2 Fuentes de Información Utilizadas	100
Tabla 3 Métodos de Investigación Utilizados	104
Tabla 4 Herramientas Utilizadas	107
Tabla 5 Supuestos y restricciones.....	108
Tabla 6 Entregables del proyecto.....	110
Tabla 7 Elementos para implementar de Waterfall, Lean, Kanban y DevOps.....	113
Tabla 8 Matriz RACI para el proceso Pre Orden de Compra.....	154
Tabla 9 Matriz RACI para el proceso Post Orden de Compra	155
Tabla 10 Matriz RACI para el proceso Post Producción.....	156
Tabla 11 Matriz de Gestión de las Comunicaciones.....	157
Tabla 12 Valores Estandarizados de Tiempo de Respuesta	162
Tabla 13 Valores Estandarizados de Tiempo de Espera.....	162
Tabla 14 Tablero Kanban para el Equipo de Diseño	163
Tabla 15 Ejemplo 1: Tablero Kanban para los Dibujantes.....	164
Tabla 16 Ejemplo 2: Tablero Kanban para los Dibujantes.....	166
Tabla 17 Estándar P5, evaluación de Productos.....	195
Tabla 18 Estándar P5, evaluación de Procesos.....	196
Tabla 19 Estándar P5, evaluación a las Prácticas Laborales y Trabajo Decente	198
Tabla 20 Estándar P5, evaluación a la Sociedad y Consumidores.....	201
Tabla 21 Estándar P5, evaluación a los Derechos Humanos	204
Tabla 22 Estándar P5, evaluación al Comportamiento Ético	206
Tabla 23 Estándar P5, evaluación al Transporte.....	208
Tabla 24 Estándar P5, evaluación al Impacto al Planeta.....	210

Tabla 25 Estándar P5, evaluación de Tierra, Aire y Agua	214
Tabla 26 Estándar P5, evaluación al Consumo.....	218
Tabla 27 Estándar P5, evaluación al Caso de Negocio.....	223
Tabla 28 Estándar P5, evaluación de la Agilidad del Negocio.....	227
Tabla 29 Estándar P5, evaluación de la Estimulación Económica	228

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

APM: Association for Project Management

ASQ: American Society for Quality

BOM: Bill of Materials (Lista de Materiales)

dB: Decibeles

EDR: Estructura de Desglose de Recursos

EDT: Estructura de Desglose de Trabajo

FEXT: Far End Crosstalk (Diafonía de Extremo Lejano)

Gbps: Giga Bits por Segundo

GHz: Giga Hertz

ICE: Instituto Costarricense de Electricidad

IL: Insertion Loss (Pérdida de Inserción)

MOQ: Minimum Order Quantity (Cantidad Mínima de Pedido)

NEXT: Near End Crosstalk (Diafonía de Extremo Cercano)

NRE: Non-Recurring Engineering (Ingeniería No-Recurrente)

PCB: Printed Circuit Board (Tarjeta de Circuito Impreso)

PMBOK: Project Management Book of Knowledge

PMI: Project Management Institute

RBS: Risk Breakdown Structure (Estructura de Desglose de Riesgos)

RF: Radiofrecuencia

RFQ: Request for Quote (Solicitud de Cotización)

RRHH: Recursos Humanos

RL: Return Loss (Pérdida de Retorno)

ROI: Return on Investment (Retorno sobre la Inversión)

SOW: Statement of Work (Declaración de Trabajo)

TIR: Tasa Interna de Retorno

UCI: Universidad para la Cooperación Internacional

VP: Valor Presente

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto se relaciona con el entorno de la ingeniería; específicamente el diseño personalizado de conectores electrónicos. El autor cuenta con seis años de experiencia como diseñador de conectores para la empresa Samtec. Durante este tiempo el autor tuvo la oportunidad de identificar algunas oportunidades de mejora en la forma en que se gestionan los proyectos; en donde cada diseño personalizado constituye un proyecto. La empresa utiliza un método Predictivo, controlando el alcance por medio de una cotización detallada del conector. Dicho método funciona muy bien; sin embargo, se evidencia una falta de integración entre los diseñadores y el equipo de operaciones. Esto en ocasiones origina defectos de calidad y atrasos en las órdenes de los clientes debido a dificultades en la línea de producción. Por otro lado, se evidencian algunos procesos innecesarios en la etapa de diseño. Por lo que el tiempo de diseño podría reducirse y ser más eficiente. Por último, el autor observó cómo en ocasiones se generan cuellos de botella en los proyectos, los cuales podrían ser atacados si existiera una mejor integración dentro del equipo de diseño.

En este trabajo se desarrolla una guía de administración de proyectos para el diseño de conectores utilizando una metodología híbrida para solventar estas deficiencias. Se emplea un método inspirado en DevOps para lograr que los diseñadores elaboren un diseño más holístico, integrando la retroalimentación del equipo de operaciones. También, se reduce el tiempo de diseño utilizando Lean para identificar y eliminar los desperdicios en todo el proceso.

Finalmente, se utiliza Kanban para que el equipo de diseño identifique el momento en que se originan los cuellos de botella y trabajen en conjunto para reducirlos. Sin embargo, se mantiene el enfoque predominantemente predictivo ya que funciona muy bien para el control del alcance. Este proyecto es importante porque brinda una guía de administración de proyectos que puede ser empleada por cualquier empresa que diseñe conectores electrónicos. Ya que no fue realizada para sólo una empresa en particular. El beneficio de implementar esta guía es una reducción en el costo del diseño, mejoras en la calidad y un tiempo de entrega reducido.

El objetivo general fue elaborar una guía de aplicación de enfoques híbridos para el diseño de conectores electrónicos utilizando Waterfall y elementos de Lean, Kanban y DevOps; con el fin de optimizar el proceso de diseño. Los objetivos específicos fueron: determinar las características de Waterfall, Lean, Kanban y DevOps, que podrían incorporarse a la metodología híbrida de gestión de proyectos propuesta, con el fin de generar una metodología que implemente lo mejor de ellas.; investigar diferentes guías de aplicación existentes para proyectos híbridos que utilizan Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps con el fin de determinar si alguna de estas puede ser utilizada en el diseño de conectores; determinar en qué condiciones es beneficioso aplicar esta metodología híbrida en el diseño de conectores electrónicos para establecer las condiciones requeridas en el proceso; y realizar una guía de aplicación de proyectos híbridos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps con base en el análisis del material recopilado para que pueda ser utilizada en el diseño de conectores electrónicos.

Para el desarrollo de este proyecto, se empleó el método analítico-sintético para analizar y descomponer el método predictivo con el que se realizan proyectos en Samtec. Después, se utilizó el mismo método para comprender los métodos Lean, Kanban y DevOps; descomponerlos en todas sus partes y determinar de qué forma pueden ser utilizados para optimizar la forma de ejecutar proyectos en Samtec. El método también permitió establecer las condiciones necesarias para poder emplear esta guía de aplicación. Por otro lado, se utilizaron los métodos inductivo y comparativo para estudiar las similitudes y diferencias que existen entre los métodos Predictivo, Lean, Kanban y DevOps. Para poder elaborar una guía de aplicación híbrida, es necesario comprender bien las similitudes y diferencias que existen entre las diferentes metodologías.

Entre las conclusiones obtenidas, en primer lugar, se determinó que la metodología Waterfall fue la base para desarrollar una guía de administración de proyectos predominantemente Predictiva; Lean brindó las herramientas para la identificación de desperdicios a lo largo del flujo de proceso con el objetivo de generar el máximo de valor; Kanban estableció un método para la identificación y eliminación de cuellos de botella durante la etapa de diseño; y DevOps brindó un marco conceptual para integrar a los diseñadores y a operaciones en las etapas iniciales, de diseño y post producción del conector.

En segunda instancia, se investigaron tres diferentes tesis de maestría en las que se utilizaron metodologías híbridas en diferentes áreas del saber. Esto con el fin de comprender de qué forma se podrían implementar algunos de estos métodos para el diseño de conectores.

En tercer lugar, se establecieron las condiciones requeridas para que cualquier empresa pueda emplear la presente guía de administración de proyectos.

Por último, se desarrolló una guía de aplicación de enfoques híbridos para el diseño de conectores con base en la experiencia del autor en Samtec, el análisis de la información recopilada y el desarrollo de los objetivos.

El trabajo culmina con una serie de recomendaciones dirigidas a la empresa que decida utilizar la presente guía para el diseño de conectores. Se brindan recomendaciones en cuanto a la estructura organizacional, la estructura del departamento de diseño, la ubicación del personal, la contratación de empresas externas o personal Freelance, capacitación, entre otros.

1 Introducción

La administración de proyectos utilizando metodologías híbridas se ha convertido en una tendencia en años recientes. La aparición de marcos de trabajo tales como Agile y Scrum cambiaron por completo la forma de gestionar proyectos. Los tiempos actuales se caracterizan por ser de alta incertidumbre y complejidad; algo muy característico de los entornos VUCA y VANI (Instituto Agile, 2022). El avance tecnológico acelerado ha obligado a las empresas a la búsqueda de la innovación constante, o a perecer en el intento. Inclusive el entorno global se ha vuelto impredecible. Por ejemplo, la pandemia del Covid-19, la guerra en Ucrania o el reciente conflicto entre Israel y Hamás. Esto ha llevado a las empresas a tener que navegar en entornos cada vez más complejos y cambiantes.

Lo cierto es que los enfoques de desarrollo ágiles no han venido a desplazar la forma predictiva en la que se han realizado proyectos. Más bien son un método por utilizar cuando el alcance de un proyecto es altamente desconocido y en ocasiones requieren de cierta complejidad tecnológica. Suelen basarse en la iteración para proveer una solución, y en cada iteración se entrega un entregable funcional para la revisión del cliente. La retroalimentación del cliente es clave para lograr aproximarse cada vez más a la solución final (PMI, 2017).

En el caso de proyectos donde el alcance está muy bien definido, el clásico método predictivo funciona perfectamente. Por ejemplo, en la construcción de un edificio. Sólo se requiere de una detallada fase de planificación para poder dar inicio al proyecto. Al final, el director de proyectos sólo debe dar un adecuado seguimiento y controlar el tiempo y costo del proyecto con respecto a lo presupuestado, sin dejar de atender las restricciones y riesgos del proyecto.

Las metodologías híbridas son aquellas que combinan más de un método para gestionar un proyecto. Esto ha demostrado ser particularmente útil ya que es común que un proyecto no sea 100% predictivo ni 100% ágil. Más bien, posee elementos donde el alcance es

conocido, y otros donde este es desconocido y existe incertidumbre en cuanto a cómo debería ser la solución final. (PMI, 2017).

La selección y aplicación de métodos híbridos no sigue una receta estricta. Las empresas eligen los métodos que más se adecúen a las circunstancias. Inclusive es común que sólo apliquen ciertos elementos de una metodología a conveniencia. Lo importante es que la combinación y elementos seleccionados sean los que agregan más valor para el proyecto. Para ello, muchas empresas cuentan con directores de proyectos certificados. O bien, solicitan servicios de consultoría para encontrar la combinación que mejor se ajuste a las necesidades del proyecto.

El presente proyecto tiene como objetivo principal el desarrollo de una guía de administración de proyectos utilizando una metodología híbrida entre Waterfall, Lean, Kanban y DevOps. Esta metodología fue desarrollada para ser utilizada exclusivamente en el diseño de conectores electrónicos. La idea es que cualquier empresa dedicada a este tipo de industria pueda utilizar el método desarrollado. Sin embargo, es posible que deban realizarse ciertas adaptaciones de acuerdo con las características, estructura, necesidades y contexto de la empresa.

1.1 Antecedentes

La presente guía de administración de proyectos para el diseño de conectores electrónicos la realizó el autor con base en sus 6 años de experiencia como diseñador de conectores en la empresa Samtec, para la cual ya no labora. Sin embargo, la guía brindada es aplicable en cualquier otra empresa en la cual se diseñen conectores; ya que el procedimiento es similar, aunque debe adaptarse al contexto de cada organización.

Esta guía de administración es para el diseño de conectores personalizados de cualquier tipo. Los diseños personalizados son con base en el catálogo de productos existentes

disponibles en una empresa. No es una guía para el diseño de nuevos productos. Este es un proceso más complejo que está fuera del alcance del presente trabajo.

Esta guía de administración es basada en el proceso de diseño que utiliza Samtec, con algunas modificaciones que vendrían a mejorar el proceso de gestión de proyectos. El método que se emplea en Samtec es predictivo. Esto debido a que el alcance del proyecto es conocido. El alcance del diseño se controla por medio de la cotización del conector. La cotización establece con lujo de detalle cómo debe ser el diseño. Por ende, cualquier desviación en el alcance requiere de una cotización actualizada. La intención de esta guía es mantener el proceso predominantemente predictivo ya que funciona bastante bien de esa forma. Pero con algunas mejoras utilizando Lean, Kanban y DevOps.

Por medio de Lean se logró establecer un flujo de valor en el proceso de gestión de proyectos que reduce al mínimo posible la cantidad de desperdicios. De esta forma, se logra entregar el máximo valor posible al cliente de la forma más oportuna. Los desperdicios según Lean son cualquier cosa que no agrega valor al cliente y, por consiguiente, tiene un impacto negativo en el proyecto. Por ejemplo, reuniones innecesarias, procedimientos que no son realmente requeridos o redundantes, procesos que podría modificarse para que sean más eficientes, entre otros (Lledó, 2020).

Se propuso utilizar Kanban para que los equipos de diseño gestionen sus cargas de trabajo. La idea es programar reuniones periódicas donde se presenten tableros tipo Kanban y los miembros puedan priorizar sus tareas de acuerdo con lo que sea más urgente o esté más retrasado. También, los miembros del equipo pueden trabajar en conjunto para reestablecer el flujo de trabajo lo antes posible. O bien, si el retraso es inevitable, se le comunica al cliente sobre el inconveniente. Los tableros Kanban son de gran utilidad ya que representan una guía visual para el equipo que permite detectar con facilidad cuando se está generando un cuello de botella en el proceso. También cuentan con indicadores de tiempo de ciclo, tiempo de

respuesta y diagramas de cuello de botella para facilitar la interpretación de la información (Lledó, 2020).

En el proceso actual de diseño en Samtec se identificaron oportunidades de mejora en cuanto a la falta de integración entre los diseñadores y operaciones. Este último conformado por los ingenieros de manufactura, proceso y calidad. Para ello se propuso un modelo inspirado en DevOps, integrando a operaciones por medio de reuniones y otras herramientas de retroalimentación en diversos puntos del proceso. De esta forma, se lleva a cabo un diseño más robusto que no sólo cumple con los requerimientos del cliente; sino que además es posible de manufacturar con los procesos existentes. Esto se traduce en diseños más exitoso que tendrán menores problemas de calidad y una reducción en los atrasos de las fechas de entrega (Atlassian, 2023).

1.2 Problemática

Durante sus seis años como diseñador de conectores electrónicos en la empresa Samtec, el autor identificó algunas oportunidades de mejora en el proceso de diseño. El ingeniero de aplicaciones (o diseñador) interactúa directamente con el cliente para establecer los requerimientos y emite una cotización. Cada orden de compra que ingresa es un diseño personalizado. Cada diseño constituye un proyecto en el cual debe involucrarse un equipo multidisciplinario en el lado de diseño; y otro equipo interdisciplinario en el lado de operaciones para poder llevarlo a cabo.

Entre las problemáticas existentes está la falta de integración entre los diseñadores y operaciones. En ocasiones se dice que los diseñadores llevan a cabo su labor sin tomar en cuenta los problemas que podría presentar el diseño en la línea de manufactura. Esto en ocasiones ha resultado en una gran cantidad de problemas de calidad y atrasos en las fechas de entrega de las órdenes. Para ello, se propone utilizar un modelo inspirado en DevOps; en el cual, se involucra a operaciones en distintas etapas del diseño con el fin de robustecer el

proceso y entregar mayor valor al cliente con un producto que cumple sus expectativas y las de la empresa al mismo tiempo (Simplilearn, 2021).

A nivel del proceso de diseño también se identificaron algunas oportunidades de mejora para agilizar la entrega de valor al cliente. En el presente trabajo, se propone un flujo de valor que elimina procesos o pasos innecesarios utilizando como guía la metodología Lean (Lledó, 2020).

Dentro del equipo de trabajo de diseñadores también se identifica falta de cohesión del equipo. En ocasiones, se presentan picos en las cargas de trabajo y el equipo no trabaja en conjunto para resolverlas. Sino que más bien, los diseñadores trabajan de forma independiente hasta que se normalice la carga. Empleando metodologías híbridas, los miembros podrían trabajar en conjunto para resolver estos problemas como equipo y no como individuos. Para ello, el modelo Kanban constituye una herramienta ideal ya que permite visualizar fácilmente en qué etapas del proceso se está generando un cuello de botella (Rúa, 2017).

El proceso actual de la empresa utilizando Waterfall resulta bastante efectivo en el aspecto de que logra controlar muy bien el alcance del proyecto por medio de la cotización. En la descripción de la cotización, el diseñador menciona todos los detalles del diseño. Por lo que cualquier cambio en el diseño podría requerir de una cotización actualizada. En este ámbito, el proceso de diseño no presenta una problemática.

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una guía de administración de proyectos utilizando un método predominantemente predictivo pero con elementos de Lean, Kanban y DevOps. El mismo fue establecido de manera que cualquier empresa que diseñe conectores electrónicos pueda utilizarlo.

1.3 Justificación del proyecto

El presente trabajo es de particular importancia ya que brinda una metodología de administración de proyectos para el diseño de conectores electrónicos utilizando un enfoque

híbrido. Específicamente utilizando una combinación entre Waterfall, Lean, Kanban y DevOps. Esta guía fue elaborada de tal forma que es aplicable para cualquier industria que esté involucrada en el diseño de conectores. Actualmente no existe una guía de administración de proyectos que utilice un enfoque híbrido para el diseño de conectores electrónicos, según la investigación bibliográfica realizada.

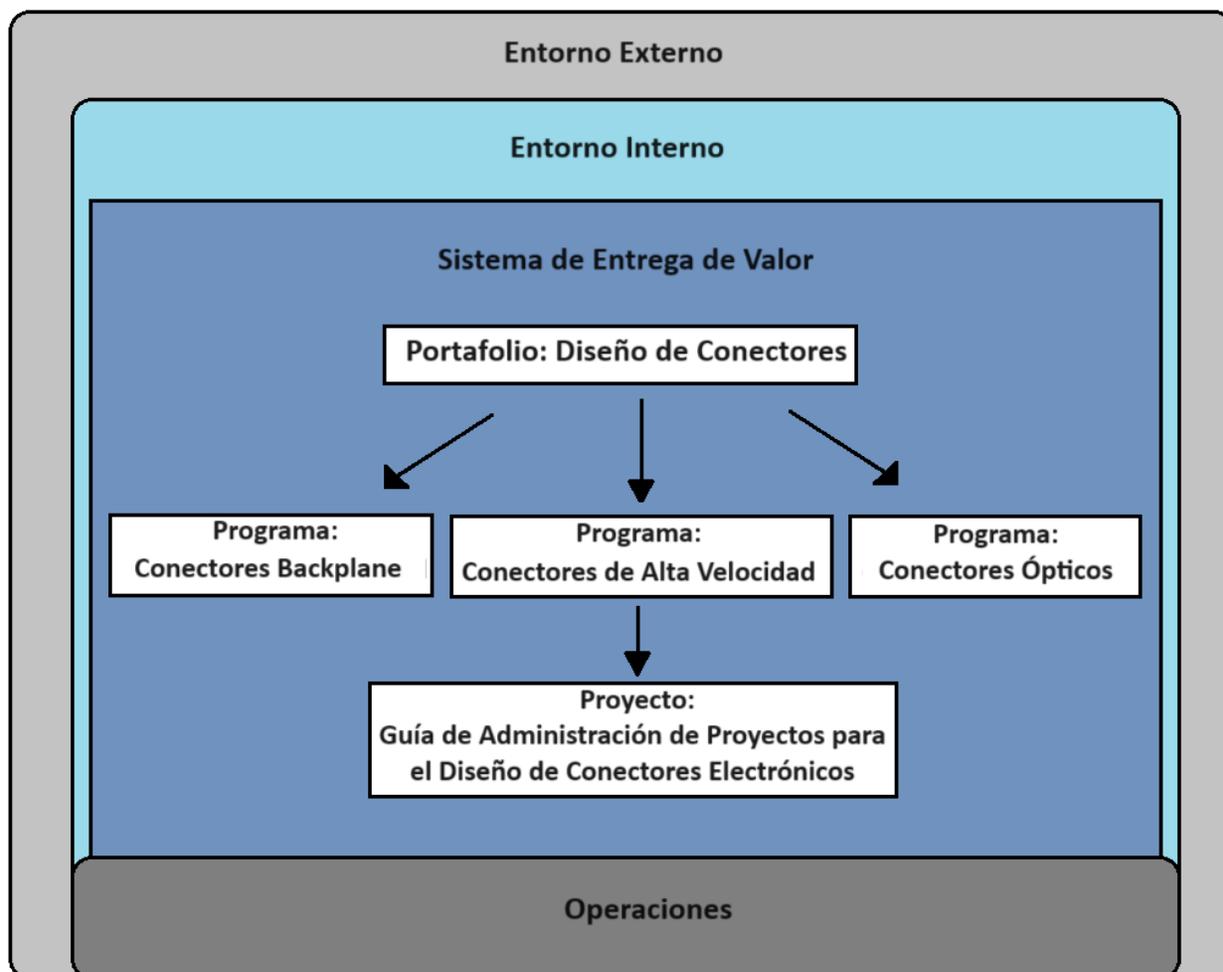
El autor del proyecto cuenta con 6 años de experiencia en el diseño de conectores electrónicos para la empresa Samtec. En el transcurso de este tiempo, el autor identifica varias oportunidades de mejora que harían el proceso de diseño más holístico, eficiente y efectivo.

Entre los beneficios esperados, al emplear una metodología híbrida, se esperan mejoras en el costo, la calidad y el tiempo de entrega de los diseños. Sin embargo, producto de la falta de inclusión del equipo de Operaciones, por experiencia se sabe que actualmente existen muchos retrabajos producto de los defectos de calidad. Los retrabajos acarrearán costos para la organización. Esto también resulta, en ocasiones, en entregas tardías al cliente. A nivel de diseño propiamente también existen formas de optimizar el flujo de trabajo utilizando Lean. Kanban sería de utilidad para que el equipo de diseño logre desbloquear cuellos de botella cuando se presenten. Esto resultaría en una reducción en los tiempos de diseño y menos atrasos en las órdenes de los clientes.

La Figura 1 muestra una propuesta de los componentes del sistema de valor de una empresa. Dicha figura es ilustrativa, pues es aplicable a cualquier empresa de diseño y manufactura de conectores. El Estándar para la Dirección de Proyectos del PMI (2021) indica que los componentes son entregables que generan resultados. Los resultados finalmente entregan beneficios a la organización. Son los beneficios los que entregan valor a la empresa ya que son de utilidad. (p. 10).

Figura 1

Componentes del Sistema para la Entrega de Valor



Nota: Elaboración Propia

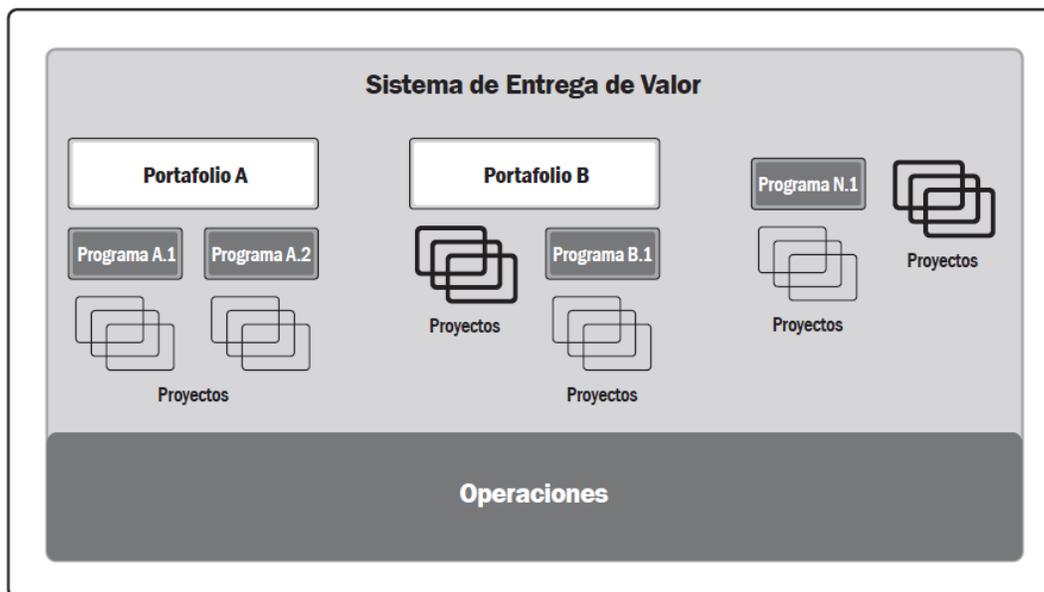
El Entorno Externo está conformado por todos los factores externos a la organización y que están fuera de su control. Por ejemplo, la pandemia del Covid-19, el conflicto entre Rusia-Ucrania, la guerra entre Israel y Hamás, o estándares de industria que aplican a conectores electrónicos (Vita, IEEE, SATA, USB, PCIe, JTAG, entre otros). El Entorno Interno está conformado por el entorno dentro de la misma empresa, sus normas, directrices, etc. Al igual que normas y certificaciones internacionales. Algunos ejemplos son: todas las normas ISO aplicables, normas IPC, certificaciones UL, y todas las normas y políticas internas de la

empresa (RRHH, seguridad ocupacional, código de conducta, etc.). El Sistema de Entrega de Valor como tal está constituido por todos los portafolios, programas y proyectos de la organización. En este caso se menciona sólo un portafolio de la empresa, tres programas y el proyecto en cuestión. Este proyecto podría iniciar aplicándose al programa de Conectores de Alta Velocidad. Sin embargo, es aplicable a cualquier tipo de conector electrónico, no sólo a conectores con cable. Operaciones es la última etapa de la figura. Está conformado por todo el equipo de trabajo a cargo de la manufactura de los conectores y el departamento de calidad.

Como se ha mencionado, este proyecto es aplicable a cualquier empresa que esté dedicada al diseño y manufactura de conectores. Por lo que el sistema de valor puede ser el de cualquier organización. El proyecto como tal puede ser aplicado inicialmente sólo a un programa o portafolio. Con el paso del tiempo, puede irse aplicando a otros programas o portafolios; ya que es aplicable para el diseño de todo tipo de conector.

Figura 2

Ejemplo de un Sistema de Entrega de Valor



Nota: Adaptado de *El Estándar para la Dirección de Proyectos* (p. 9), por Project Management Institute, 2021, Project Management Institute, Inc.

1.4 Objetivo general

Elaborar una guía de enfoques híbridos para proyectos de diseño de conectores electrónicos utilizando Waterfall y elementos de Lean, Kanban y DevOps; con el fin de optimizar el proceso de diseño.

1.5 Objetivos específicos

1. Determinar las características de Waterfall, Lean, Kanban y DevOps, que podrían incorporarse a la metodología híbrida de gestión de proyectos propuesta, con el fin de generar una metodología que implemente lo mejor de ellas.
2. Investigar las diferentes guías de aplicación existentes para proyectos híbridos que utilizan Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps con el fin de determinar si alguna de estas puede ser utilizada en el diseño de conectores.
3. Determinar en qué condiciones es beneficioso aplicar esta metodología híbrida en el diseño de conectores electrónicos para establecer las condiciones requeridas en el proceso.
4. Realizar una guía de aplicación de enfoques híbridos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps con base en el análisis del material recopilado para que pueda ser utilizada en el diseño de conectores electrónicos.

2 Marco teórico

En este marco teórico se exponen los antecedentes, investigaciones y consideraciones técnicas que sustentan el proyecto. Se abarcan temas desde los antecedentes de la industria de conectores electrónicos, en qué consisten estos productos, para qué se utilizan, teoría general de administración de proyectos incluyendo métodos predictivos y adaptativos, seguido material técnico sobre conectores electrónicos, los diferentes tipos de existen, las diferentes industrias en las que se utilizan, entre otros temas de interés.

2.1 Marco institucional

En el presente apartado se mencionan los antecedentes, la misión y visión, la estructura organizacional y los productos y servicios a ofrecer. Todo esto relacionado con la industria de diseño de conectores electrónicos. La cual es una industria bastante consolidada a nivel internacional, con empresas tan importantes como Samtec, Amphenol, Molex, TE Connectivity, Hirose, entre otros. El objetivo de este apartado es brindar un poco de contexto sobre la industria de conectores, en qué consiste, cómo está estructurada, los productos que ofrece y cómo el presente trabajo pretende dar un aporte a esta industria tecnológica que nunca terminará de desarrollarse.

2.1.1 Antecedentes de la institución

La presente guía de administración de proyectos fue desarrollada con el objetivo de ser utilizada en el diseño de conectores electrónicos. El autor de este trabajo cuenta con 6 años de experiencia en el diseño de conectores para la transnacional Samtec. Sin embargo, se aclara que el autor no labora actualmente para dicha empresa. Esta guía se desarrolló con la intención de que sea aplicable para cualquier tipo de empresa que esté involucrada en el diseño de conectores. Algunas de las empresas más importantes a nivel mundial son: Samtec, Amphenol, Molex, TE Connectivity, Hirose, entre otros. Sin embargo, cabe resaltar que el

proceso de diseño es muy similar para cualquiera de estas; de ahí que esta guía puede ser utilizada por cualquier empresa.

En sus 6 años de experiencia, el autor identificó varias oportunidades de mejora en el proceso de diseño. Por ejemplo, los diseños muchas veces no tomaban en cuenta qué tan complicado era el proceso de manufactura. De ahí que hubiese atrasos en las órdenes debido a la complejidad para los operarios utilizando los procesos existentes. Al igual que múltiples problemas de calidad, afectando las métricas de la empresa. Tampoco había una buena cohesión en el equipo de diseño, de manera que no se priorizaban adecuadamente los proyectos en el backlog, generando atrasos en los diseños. Empleando una metodología híbrida de administración de proyectos, es posible solventar estas problemáticas y generar una guía que es aplicable para cualquier empresa.

Los conectores pueden ser diseñados para distintos fines. Por ejemplo, para la transmisión de datos a alta velocidad, para aplicaciones de alto amperaje, alta vibración o movimiento, temperaturas extremas (inferiores a $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ o superiores a $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$), o para aplicaciones aeroespaciales o militares. También puede ser una combinación de estos factores y más. Para efectuar un diseño apropiado, se deben analizar detalladamente los requerimientos del cliente para seleccionar el tipo de conector más apropiado, los materiales a utilizar e involucrar a los ingenieros de manufactura para determinar si efectivamente el diseño es factible a nivel de manufactura o no. Por último, es necesario estimar los costos asociados para establecer un margen ganancia apropiado.

2.1.2 Misión y visión

Misión: elaborar una guía de administración de proyectos empleando metodologías híbridas para el diseño de conectores electrónicos. (Elaboración propia).

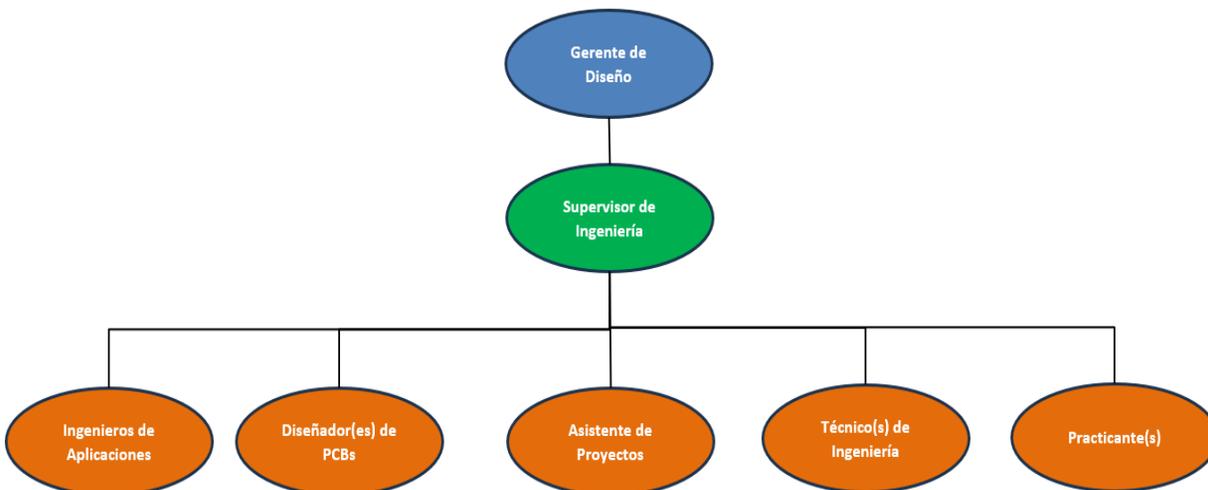
Visión: elaborar una guía de administración de proyectos que optimice y agilice el proceso de diseño empleando metodologías híbridas y que sea aplicable a cualquier tipo de empresa involucrada en el diseño de conectores electrónicos. (Elaboración propia).

La misión y objetivo principal de este proyecto es desarrollar una guía de aplicación para la administración de proyectos utilizando metodologías híbridas para el diseño de conectores electrónicos. La visión es que dicha guía sea desarrollada de tal forma que sea aplicable para cualquier otra empresa que trabaje en el diseño de conectores. Toda organización tiene sus propias particularidades. Por lo que es natural que deban realizarse ciertos ajustes de acuerdo con la propia estructura organizacional, si utilizan o no proveedores externos para alguna parte del proceso, si también manufacturan o sólo diseñan, entre otros aspectos.

Esta guía de aplicación contribuye a la industria de diseño y manufactura de conectores electrónicos, al establecer un proceso de diseño que otras empresas pueden incorporar en sus modelos. Al emplear metodologías híbridas, se ha logrado optimizar cada etapa del proceso de tal manera que se han reducido los desperdicios, se da una entrega de valor rápida al cliente, se fomenta el trabajo colaborativo y la mejora continua, y se obtiene un producto optimizado que toma en cuenta la retroalimentación de operaciones para así brindar un diseño más robusto y holístico.

2.1.3 Estructura organizativa

A continuación, se muestra una propuesta de estructura organizativa para el departamento de diseño. La misma podría variar dependiendo de la estructura organizativa propia de la empresa en cuestión. Por lo que el organigrama mostrado es simplemente una propuesta y debe adaptarse según el contexto y las circunstancias.

Figura 3*Organigrama del Departamento de Diseño*

Nota: Elaboración propia.

Los ingenieros de aplicaciones son los que interactúan en su día a día con los clientes. Estos reciben los requerimientos de los clientes, determinan si los mismos son factibles, comunican la propuesta de diseño al cliente y cotizan la solución. Si el cliente coloca una orden de compra, el ingeniero de aplicaciones inicia el proceso de diseño. Para ello debe interactuar con el Dibujante de Conectores (ver Figura 4) para empezar a generar el plano con el diseño final que se le enviará al cliente para recibir la aprobación y posteriormente la manufactura de la orden.

En algunos casos es necesario diseñar una PCB personalizada para los conectores. El Diseñador de PCBs es quien realiza este proceso a solicitud del Ingeniero de Aplicaciones y con base en el plano generado por el Dibujante de Conectores. Posteriormente, el Ingeniero de Aplicaciones revisa el diseño y lo aprueba.

En general, es conveniente tener un Asistente de Proyectos a cargo de gestionar los proyectos en forma general y llevar un control de los mismos. También es responsable de

comunicar información importante a los departamentos de Manufactura y Calidad para que estos puedan iniciar sus labores correspondientes.

Los Técnicos de Ingeniería siempre son útiles para realizar labores de prototipado para enviar muestras a los clientes que les ayude a corroborar si la solución sugerida es la más adecuada. También son capaces de manufacturar órdenes pequeñas urgentes y así brincarse el proceso formal de manufactura que normalmente tiene un tiempo de entrega mucho más largo.

De ser posible, el departamento debe contar con al menos un practicante de ingeniería. Este tiene la labor de aprender y asistir a los diferentes integrantes del equipo en tareas de diseño y demás.

En el segundo nivel es ideal que exista un Supervisor de Ingeniería al cual todos los del tercer nivel le reportan. El Supervisor tendría la función de llevar Unos a Unos con el equipo, dar seguimiento al plan de desarrollo profesional de cada uno, evacuar dudas y asistir cuando algún asunto amerite escalación. El propósito del Supervisor es liberarle carga al Gerente de Diseño para que este pueda concentrarse en sus labores principales. Normalmente es un ingeniero Senior con aptitudes de liderazgo. También realiza labores de Ingeniero de Aplicaciones, pero dedica un porcentaje de su tiempo a la supervisión del equipo de trabajo.

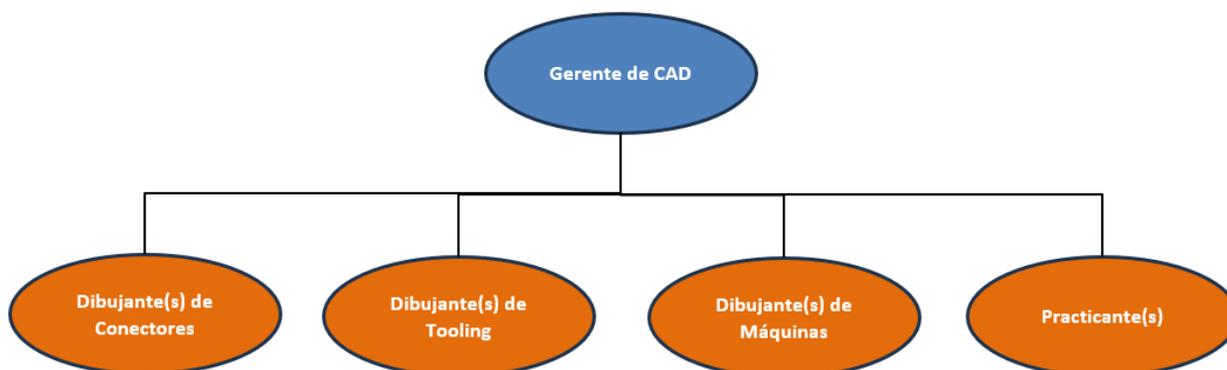
El Gerente de Diseño enfoca la mayor parte de su tiempo en elaborar propuestas de nuevos productos, ya sea al departamento de PMO o al dueño de la empresa. Da seguimiento de cerca a los proyectos en curso de nuevos productos y brinda su retroalimentación técnica constantemente. También presiona a los involucrados para lograr cumplir los requerimientos técnicos y las fechas a las cuales se comprometió el proyecto. Desarrollo propuestas de mejora continua al Departamento de Diseño con el fin de agilizar los procesos o mejorar la calidad. Realiza labores de Mentoring a su equipo de trabajo y también es una fuente a quien sus empleados pueden acudir en caso de requerir asistencia técnica en caso de que un diseño se

complique. Trabaja con los ingenieros de ventas para concretar oportunidades de negocio importantes para el departamento.

Como es natural, el Departamento de Diseño debe interactuar con otros departamentos para ejecutar exitosamente los proyectos. Entre los departamentos con los que interactúa están el Departamento de CAD, Manufactura, Calidad y el de Integridad de Señal. La Figura 4 muestra la estructura de trabajo del Departamento de CAD. Encargados de generar los planos para las distintas áreas de ingeniería en una empresa.

Figura 4

Organigrama del Departamento de CAD



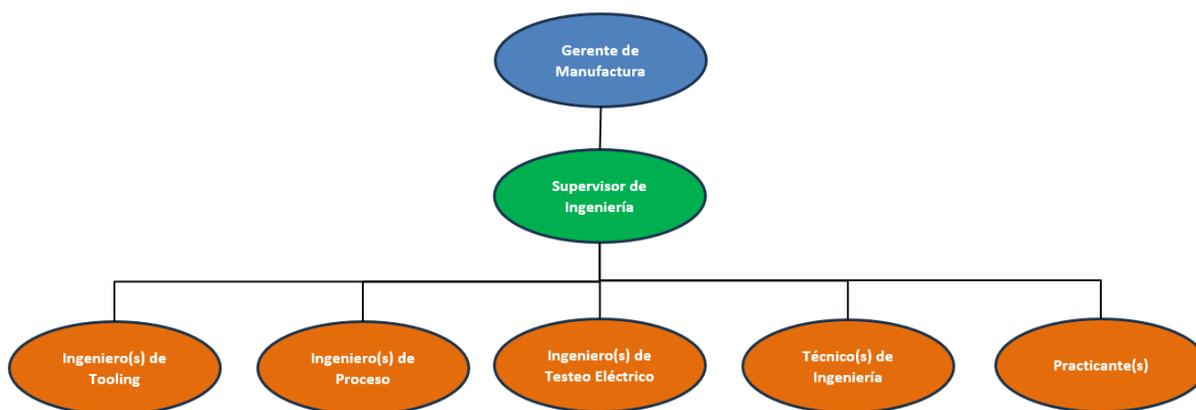
Nota: Elaboración propia.

Al igual que la Figura 3, este organigrama es sólo una propuesta. Cada organización presentará sus propias variantes según sea necesario. El Dibujante de Conectores sería el que realiza los planos de los conectores personalizados para cada cliente. La empresa probablemente requiera de dibujantes para otras áreas de ingeniería. Por ejemplo, el Dibujante de Tooling es quien elabora los planos del Tooling requerido para fabricar los conectores. Mientras que los Dibujantes de Máquinas son quienes realizan los planos de todos los componentes de las máquinas en el piso de producción.

La Figura 5 muestra la estructura de organizacional del Departamento de Manufactura. Nuevamente, los Ingenieros de Tooling son los que diseñan el Tooling para fabricar los conectores. Al tratarse de conectores personalizados, cada máquina en el piso de producción requiere de tooling personalizado.

Figura 5

Organigrama del Departamento de Manufactura



Nota: Elaboración propia.

Los Ingenieros de Proceso son los que caracterizan los procesos, de manera que se asegure consistencia entre órdenes y se minimicen la cantidad de piezas defectuosas. Ellos definen las variables de cada proceso (temperatura, presión, tiempo, etc.) y utilizan métodos de análisis numérico.

Los Ingenieros de E-Test son los que se encargan de realizar pruebas eléctricas en los conectores para corroborar que haya continuidad, no hayan abiertos, cortos o fugas de corriente.

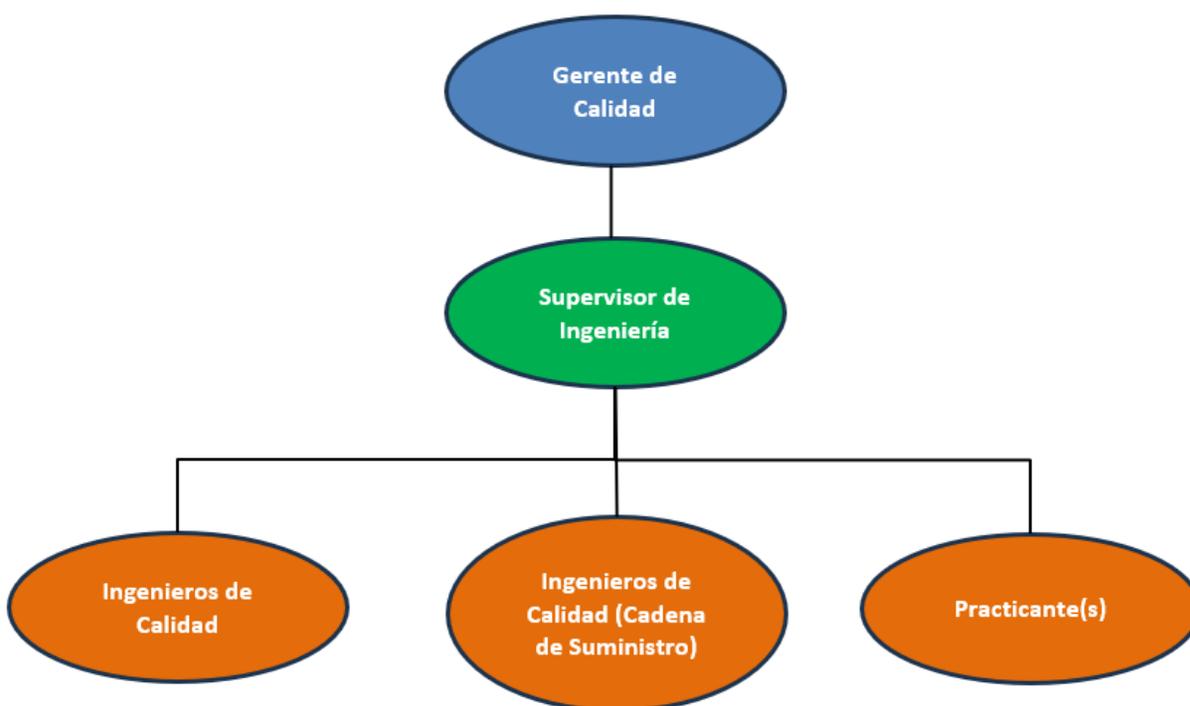
Por supuesto el departamento debe contar con técnicos a cargo para dar mantenimiento a los equipos de la línea de producción. Al igual que un Supervisor de Ingeniería quien vela por el equipo de Manufactura y también puede realizar labores de diseño.

La Figura 6 muestra la estructura organizacional del Departamento de Calidad. La cual muestra los ingenieros de calidad, los ingenieros de calidad en cadena de suministro, los

practicantes (si los hay) y desde luego al menos un supervisor y Gerente de Calidad. Los ingenieros de calidad interactúan con los Ingenieros de Aplicaciones (Departamento de Diseño) cuando se da algún problema de calidad durante el proceso de manufactura y necesitan saber si un defecto es aceptable o no, o bien podrían buscar oportunidades de mejora a nivel de diseño o Tooling para evitar futuros inconvenientes. En materia de cadena de suministro, son los que velan por problema de calidad en los materiales, componentes y problemas con los proveedores en general.

Figura 6

Organigrama del Departamento de Calidad



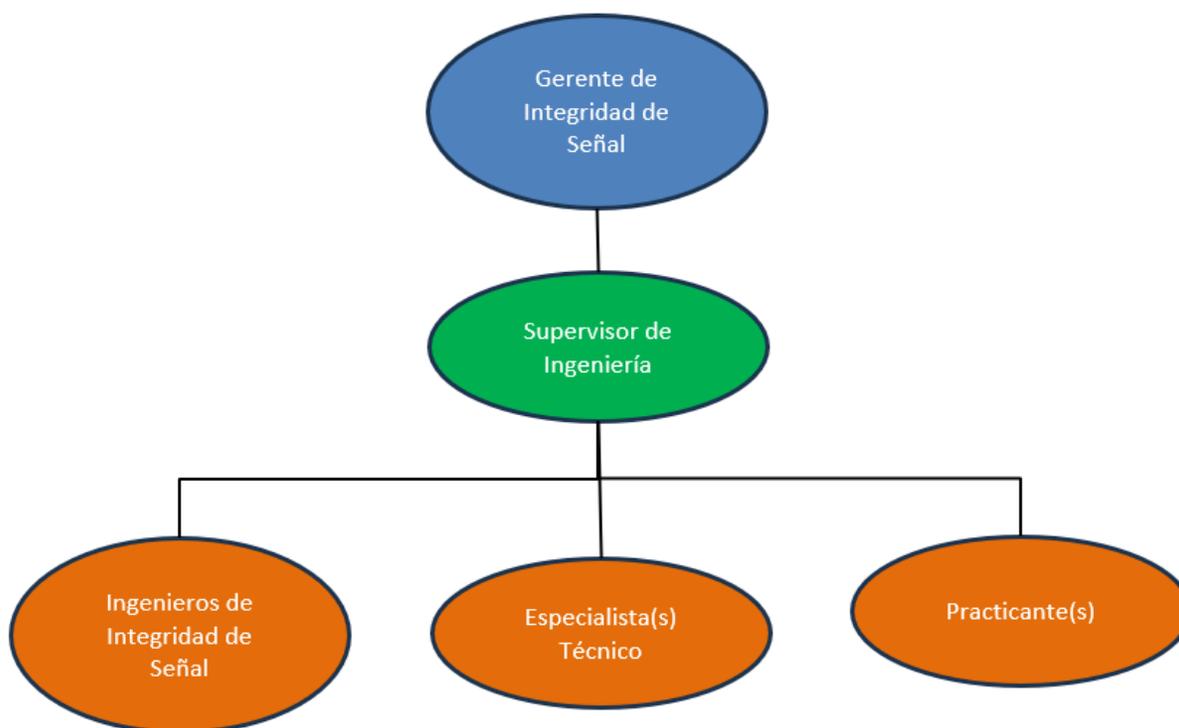
Nota: Elaboración propia.

Por último, la Figura 7 muestra una propuesta de organigrama para el Departamento de Integridad de Señal. La integridad de señal se convierte en un tema muy importante, especialmente cuando se requiere transferencia de datos a muy altas velocidades. Por lo general

los Ingenieros de Aplicaciones del Departamento de diseño poseen suficientes conocimientos en este tema como para tomar decisiones por su propia cuenta. Sin embargo, si la aplicación del cliente se torna muy compleja, es necesario solicitar el soporte de un ingeniero en esta rama para asegurar que la propuesta de diseño funcionará adecuadamente.

Figura 7

Organigrama del Departamento de Integridad de Señal



Nota: Elaboración propia.

2.1.4 Productos y servicios que ofrece

El producto que se ofrece son diseños a la medida de conectores electrónicos. Por ejemplo, un cliente puede solicitar un conector del catálogo de una empresa pero con alguna variante. Ya sea un cambio de materiales para que soporte temperaturas por debajo de -40

Celsius, un conector con cable de un largo de 10 metros, o una modificación para que pueda soportar 30 amperios en total. Las variantes son incontables. Sin embargo, siempre son modificaciones a productos existentes que ofrece la empresa.

Cabe mencionar que existe una distinción entre un diseño personalizado (o a la medida) y el diseño y desarrollo de un nuevo producto. El primero es una o más variantes a los productos existentes del catálogo de la empresa. Mientras que el último se refiere al diseño de un nuevo conector, completamente desde cero. Esto generalmente no nace a petición de un cliente. Más bien suele ser una iniciativa de la empresa cuando determinan que existe una necesidad en el mercado que el nuevo producto vendría a solventar.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de distintos tipos de conectores que existen en el mercado. La Figura 8 muestra un conector ARC6 de Samtec; utilizado para aplicaciones de transmisión de datos a muy altas velocidades (56 Gbps).

Figura 8

Conector ARC6



Nota. Adaptado de ACCELERATE® SLIM DIRECT ATTACH CABLE ASSEMBLIES [Imagen], por Samtec, s.f., Samtec (<https://www.samtec.com/cables/high-speed/assemblies/accelerate-cable>).

La Figura 9 muestra conectores de UMPT y UMPS de la familia mPower de Samtec, especialmente diseñados para aplicaciones en las que se requiere transmitir amperajes muy elevados.

Figura 9

Conectores *mPower*

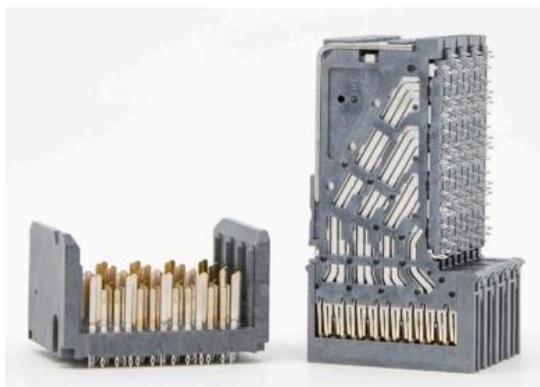


Nota. Adaptado de *mPower Ultra Micro Power System* [Imagen], por Samtec, s.f., Samtec (https://suddendocs.samtec.com/catalog_english/umpt.pdf).

La Figura 10 muestra conectores MIL-HD2 diseñados por Amphenol. Son utilizados en aplicaciones militares, se utilizan para la transferencia de datos a alta velocidad (56 Gbps) y tienen la capacidad de transmitir una gran cantidad de señales en un espacio muy reducido.

Figura 10

Conectores MIL-HD2



Nota. Adaptado de *MIL-HD2* [Imagen], por Amphenol Aerospace, s.f., Amphenol Aerospace (<https://www.amphenol-aerospace.com/resources/literature/view/mil-hd2-product-data-sheet>).

La Figura 11 muestra un conector iPass de la empresa Molex. También es utilizado para la transferencia de datos a altas velocidades.

Figura 11

Conectores iPass, serie 74546.



Nota. Adaptado de 74546-0801 [Imagen], por Newark, s.f., Newark (<https://www.newark.com/molex/74546-0801/computer-cable-infiniband-1m/dp/32M6698>).

Algunas empresas producen conectores altamente comerciales. Como lo son los famosos conectores HDMI que se utilizan para aplicaciones de audio y video. La Figura 12 muestra un conector HDMI fabricado por TE Connectivity.

Figura 12

Conectores HDMI con cable.



Nota. Adaptado de *HDMI Connector Types* [Imagen], por TE Connectivity, s.f., TE Connectivity (<https://www.te.com/usa-en/products/connectors/audio-video-high-speed-serial-connectors/hdmi-connectors.html?tab=pgp-story>).

2.2 Teoría de Administración de Proyectos

2.2.1 Principios de la dirección de proyectos

Existen 12 principios para la dirección de proyectos según el PMI (PMI, 2021). Estos se encuentran alineados con el Código de Ética y Conducta Profesional del PMI y sirven como complemento al Código de Ética. A continuación, se exponen los 12 principios y su aplicación con este proyecto.

2.2.1.1 Ser un administrador diligente, respetuoso y cuidadoso.

Todo administrador de proyectos debe ser diligente y cuidadoso puesto a que tiene una responsabilidad muy grande. gran parte el éxito del proyecto depende del administrador. Si este no planifica con lujo de detalle entonces el proyecto podría no seguir el rumbo correcto. Por ello, se deben contemplar todas las variables y recibir retroalimentación de todos los posible interesados para que el proyecto avance adecuadamente. Lo mismo ocurre en la etapa de ejecución: se le debe dar un seguimiento de cerca a cada uno de los entregables para verificar que se esté cumpliendo con lo planificado. La detección temprana de cualquier desviación permite realizar ajuste a tiempo y prevenir situaciones frustrantes. Además de que permite escalar las cosas a tiempo y tomar las medidas correspondientes. La etapa de cierre del proyecto también es de importancia en este aspecto. Por ejemplo, si no se documentan las lecciones aprendidas de forma diligente, no se le está brindando a la empresa las herramientas necesarias en caso de que a futuro se desarrolle un proyecto similar o una continuación al proyecto actual.

El respeto desde luego es crucial en todo momento. Aquí se hace una clara distinción entre un jefe y un líder. Al ser el administrador de proyectos un líder, este debe poseer las habilidades blandas necesarias para no sólo dirigir el grupo; sino que también debe velar por el respeto, el bienestar y crear una buena atmósfera de trabajo que permita al equipo alcanzar

siempre su máximo rendimiento. Para ello es de suma importancia fomentar el respeto entre los integrantes en todos los aspectos. No debe haber discriminación por género, edad, orientación sexual, estrato social, rango empresarial o religión.

La presente guía de aplicación de administración de proyectos para el diseño de conectores debe aplicarse con estos mismos principios de diligencia, cuidado y respeto. A pesar de que esta lleva elementos de administración híbridos, esto no quiere decir que en el Agilismo no existe la planificación. De hecho, la planificación se realiza de forma diferente pero sí existe y para ella el administrador de proyecto debe siempre tener diligencia y cuidado. Lo mismo durante los momentos de ejecución, tareas de monitoreo y control, y cierre.

Además, es requisito indispensable que exista siempre el respeto en el equipo de trabajo por las razones mencionadas anteriormente. Cabe resaltar que además existen proyectos a gran escala que podría tener consideraciones importantes en materia social, cultural, ambiental y política. Por ejemplo, la construcción de una planta nuclear debe tomar en cuenta los posibles impactos ambientales si no se procesan los desechos adecuadamente. Además del peligro inminente a sus ciudadanos y la naturaleza en caso de ocurrir un accidente. Así que el respeto implica también considerar los impactos negativos al ambiente y a los ciudadanos. Para este proyecto en particular, el departamento de seguridad ocupacional debe seguir los protocolos correspondientes según normas ambientales como lo son ISO 14001, ISO 50001 y otras para la gestión de desechos y eficiencia energética en la manufactura de conectores electrónicos.

2.2.1.2 Crear un entorno colaborativo del equipo del proyecto.

Es de suma importancia que en los proyectos se fomente un entorno colaborativo en todo momento. El director de proyectos debe mostrar siempre cualidades de liderazgo y es en parte responsabilidad de este alentar entre los integrantes del equipo la colaboración y el

trabajo en equipo. El éxito no se alcanza en forma individual, sino de forma colectiva. Cada integrante es pieza clave y el proyecto se podría estancar si alguien no está logrando los objetivos, por las razones que sean.

En ocasiones existen proyectos grandes que requieren de integrantes de otras partes del mundo, en diferentes zonas horarias, con diferentes costumbres, culturas, religiones y formas de trabajar. Si se fomenta el respeto por la cultura de los demás integrantes, se les permite trabajar de acuerdo con su cultura local. Esto es parte de generar un entorno colaborativo lo cual resulta en un mejor rendimiento del equipo y mejores resultados para el proyecto en general.

Se debe tomar en cuenta que cada quien tiene sus propias formas de aprender y ritmo de aprendizaje. Esto aplica tanto a nivel individual como de equipo. Al fomentar un ambiente de trabajo que facilite el aprendizaje óptimo de los individuos y grupos, se obtiene de igual forma el máximo rendimiento de estos y por ende los mejores resultados a nivel de proyecto.

La presente guía de aplicación para el diseño de conectores se aplica bajo el principio de la colaboración. Un adecuado diseño debe tomar en cuenta la retroalimentación del equipo de manufactura para asegurarse de que el diseño sea fabricable sin complicaciones, sin malentendidos, y que sea repetible para futuras órdenes. Diseño y Operaciones deben ir siempre de la mano para garantizar el éxito de la solución brindada al cliente.

2.2.1.3 Involucrarse eficazmente con los Interesados.

Este principio es crítico ya que, si no se contemplan adecuadamente todos los posibles interesados, se puede venir abajo un proyecto. Por ejemplo, la construcción de una obra civil masiva podría implicar el desalojamiento de muchas propiedades. Entre las cuales pueden haber precarios y viviendas humildes, los cuales podrían no tener lugar donde reubicarse. Una

protesta masiva de este grupo de interesados podría atrasar o cancelar por completo un proyecto.

El director de proyectos debe hacer uso de la diplomacia y sus habilidades blandas para tratar con cada uno de los involucrados, identificar sus intereses, si están a favor o en contra del proyecto e idear una estrategia para garantizar el éxito.

Para el presente trabajo se hace especial énfasis en identificar correctamente todos los interesados, de manera que sea posible trabajar de forma colaborativa y entregarle al cliente un diseño que no sólo cumpla con sus expectativas; sino que también sea manufacturable según las capacidades de operaciones. Para lograr esto, es indispensable que existe buena comunicación con los interesados. Esto se logra por medio de herramientas como reuniones con los interesados para solicitar retroalimentación, reuniones de seguimiento, minutas, planos oficiales de diseño, y otros protocolos de comunicación de la empresa.

2.2.1.4 Enfocarse en el valor.

Durante el transcurso de todo el proyecto se debe mantener un enfoque de creación de valor. Si el equipo de trabajo constantemente se pregunta si lo que se está realizando está generando valor, es posible replantearse y realizar ajustes a tiempo de manera que se reduzca el impacto en el proyecto. A menudo las circunstancias y los entornos cambian, inclusive para proyectos con enfoque predictivo. Esto implica una revisión constante de los entregables para así realizar actividades que siempre entreguen el máximo valor tanto para el cliente como para la organización.

Una buena práctica es realizar un Caso de Negocio. Cuando se tiene claro la necesidad del negocio, la justificación del proyecto y la estrategia de negocio es posible realizar ajustes para que estos tres aspectos estén claro y se mantengan alineados. Si un proyecto deja de hacer sentido, es mejor cancelarlo en vez de seguir adelante ciegamente.

La presente guía de aplicación para el diseño de conectores está orientada de una manera que siempre será posible obtener el máximo valor. Esto se logra mezclando una metodología predictiva con elementos de Lean, Kanban y DevOps. La incorporación de estos elementos híbridos permite revisar constantemente los entregables. Además de incorporar puntos para recibir retroalimentación de operaciones; de manera que el diseño sería lo más holístico y robusto posible.

2.2.1.5 Reconocer, evaluar y responder a las interacciones del sistema.

Todo proyecto debe ser visto como un sistema complejo donde todas las partes internas y externas interactúan entre sí. Esto requiere de una atención constante por parte del director y su equipo de trabajo para detectar imprevistos y reaccionar a tiempo. Se trata no sólo de prevenir riesgos negativos, sino también explotar las oportunidades cuando se presentan. Esto implica observar con detenimiento a los interesados, la interacción del proyecto con otros proyectos de la organización cuando existan posibles conflictos de intereses, la interacción con el entorno ambiental y contexto económico o político mundial, entre otros. También implica ajustarse a cualquier cambio en la necesidad del cliente o del patrocinador.

Como se mencionó anteriormente, en el desarrollo de esta guía en particular se plantean varias interacciones con todos los involucrados a lo largo del ciclo de vida del diseño. Esto permite adaptarse al cambio de acuerdo con la retroalimentación del cliente o el resto del equipo de trabajo a lo largo del tiempo. De esta forma, se anticipa cualquier imprevisto y permite reaccionar a tiempo y de forma asertiva.

2.2.1.6 Demostrar comportamientos de liderazgo.

Los directores de proyecto deben transicionar de una mentalidad de ser jefes a una de liderazgo. No se trata sólo de dar órdenes o directrices. Esta mentalidad de vieja escuela no funciona si el director no se ha ganado el respeto de su equipo de trabajo. Un líder comprende

que existen diferentes tipos de liderazgo dependiendo del nivel de experiencia y motivación de su equipo, de la etapa en la que se encuentra el proyecto en su ciclo de vida, entre otros. Es decir, el liderazgo debe ser situacional y adaptarse a las diversas circunstancias.

Liderazgo implica brindar coaching y mentoring a los integrantes del equipo, utilizar la diplomacia y habilidades blandas para resolver conflictos dentro del equipo y con los interesados, recompensar los buenos resultados y conductas positivas en el equipo, brindar oportunidades de crecimiento profesional, fomentar un ambiente apto para que su equipo alcance el máximo rendimiento, ente otros.

Cabe resaltar que cualquier persona dentro del equipo puede presentar comportamientos de liderazgo. El dar la milla extra, ser proactivos, levantar la bandera cuando se observa un posible riesgo, brindar asesoría a los demás compañeros, ayudar aunque no esté dentro de mis responsabilidades, son ejemplos de conductas que exhiben cualidades de liderazgo. Esto es un indicador del nivel de madurez organizacional que presenta una organización.

Para este proyecto en específico, se resalta la importancia de demostrar cualidades de liderazgo en el rol del diseñador de conectores. Aunque no sea posible cuantificar los beneficios de este comportamiento, sin lugar a duda es algo que contribuye en gran medida al éxito de cualquier diseño.

2.2.1.7 Adaptar en función del contexto.

Adaptar en función del contexto aplica principalmente a enfoques o ciclos de vida ágiles en donde periódicamente se analiza es el estatus del contexto y si las actividades que se están realizando agregan o no valor para el cliente y la organización. Sin embargo, esta conducta también se puede adoptar en ciclos de vida predictivos por medio de herramientas de monitoreo y control. Por ejemplo, reuniones de seguimiento periódicas con el equipo de trabajo

o con los proveedores. No se debe olvidar que los entornos hoy en día son muy volátiles y situaciones ajenas como una crisis económica, la realidad política de un país o una nueva pandemia siempre está latente y la adaptación es clave para la supervivencia.

Este proyecto en específico es una guía de aplicación generalizada. Sin embargo, es posible que la organización que la adopte deba adaptarla al propio contexto que lo caracteriza. Dependiendo de la propia estructura organizacional, flujo de trabajo, si tiene personal para realizar todo el diseño o sólo parte de él, si poseen el equipo y personal para manufacturar o deben contratar a terceros, etc.

Para el presente trabajo, la adaptación en función del contexto también puede ocurrir cuando se presenten modificaciones al diseño no previstas debido a retroalimentación del cliente o el resto del equipo de trabajo. Para ello, esta guía presenta herramientas para canalizar dichos cambios a través del ciclo de vida y de forma oportuna.

2.2.1.8 Incorporar la calidad en los procesos y los entregables.

La calidad es un concepto sencillo en su esencia que implica cumplir con los requerimientos por parte del cliente y el resto de interesados del proyecto. En este caso, los criterios de aceptación son los que dictan la aceptación o no del entregable. Para ello, todos los procesos deben ser apropiados y lo más eficaces y eficientes posible. Desde luego, también implica mantener estándares de calidad según normativas internacionales aplicables como lo son ISO, OSHA, el FDA, entre otros. Las normativas a nivel nacional también deben ser cumplidas con el fin de que el cliente pueda recibir el entregable y no exista ninguna violación a nivel de legislación.

Esta guía está diseñada para recibir retroalimentación y aceptación constante por parte del cliente y todos los interesados. De manera que el cumplimiento de las expectativas y requerimientos siempre está presente por medio de herramientas como reuniones,

documentación y procedimientos. A nivel de normativas y estándares, cada organización debe analizar cuáles son las que le aplican y cumplir con ellas. Algunos ejemplos son las normas ISO 500001, ISO 140001, OSHA, las normas IPC (para la soldadura y manufactura de componentes electrónicos), entre muchos más. A nivel de proyecto, siempre es importante mantener un registro de los correos, minutas de reuniones, aprobación de planos de diseño y demás como respaldo en caso de auditoría o queja del cliente.

2.2.1.9 Navegar en la complejidad.

La complejidad es cualquier evento o condición que atente contra los resultados esperados del proyecto. Podrían afectar el alcance, la calidad, el tiempo o cualquier otro factor. Existen elementos como el comportamiento humano, el comportamiento de los sistemas, la incertidumbre y ambigüedad, y la innovación tecnológica que agregan constante complejidad a los proyectos. Este último puede ser algo altamente disruptivo que ha generado la caída de muchas empresas que no han sabido predecir y adaptarse a los constantes cambios a nivel tecnológico. Eventos difíciles de controlar como una crisis económica, guerras o una nueva pandemia son elementos que generan incertidumbre y ambigüedad al no conocer con exactitud las implicaciones que acontecerán. El comportamiento humano desde luego es un factor importante. Por ejemplo, un mal líder puede generar falta de motivación en el personal e inclusive que muchos renuncien; afectando el resultado final del proyecto. El comportamiento e interacción entre diversos sistemas en ocasiones puede generar resultados desconocidos.

El equipo de trabajo debe estar atento y siempre listo para enfrentar cualquier situación imprevista que pueda afectar el resultado final del proyecto. La presente guía de aplicación dota al usuario de herramientas para intentar afrontar cualquier riesgo latente que atente contra los intereses del cliente y el equipo.

2.2.1.10 Optimizar las respuestas a los riesgos.

Los riesgos pueden ser buenos o malos. Son positivos cuando representan oportunidades que pueden ser explotadas con el fin de aprovecharlas mejor. Cualquier oportunidad que mejore el resultado final del proyecto se cataloga como tal. En cambio, riesgo negativo constituye una amenaza que puede ser evitada, minimizada o aceptada. La respuesta a los riesgos siempre es tomada con base en el nivel de impacto, la probabilidad y el costo que implica. Si el impacto de un riesgo es alto y probable que ocurra, se deben tomar acciones para evitar o minimizarlo. Si un riesgo posee un impacto aceptable y es poco probable, es posible que no se quiera invertir muchos recursos en impedirlo. Todo proyecto debe tener un plan para afrontar los riesgos.

La presente guía de aplicación dota al aplicante con herramientas de administración de proyectos para anticipar y prevenir amenazas. Como captar y documentar los requerimientos del cliente para prevenir cambios en el alcance, solicitar aprobación del diseño por parte del cliente mediante la firma de planos de diseño, reuniones con el equipo de trabajo para recibir retroalimentación en cuanto al diseño y método de fabricación, y retroalimentación por parte de producción una vez finalizado el diseño para documentar el éxito o cualquier problema que se pudo haber presentado durante la manufactura del conector.

2.2.1.11 Adoptar la adaptabilidad y la resiliencia.

Toda organización o proyecto debe estar compuesto por un equipo de trabajo idóneo y adoptar herramientas que les permita responder adecuadamente al cambio y recuperarse rápidamente cuando ocurren inconvenientes. La única constante es el cambio, de ahí que el gozar de estos dos atributos son la medida que garantiza el éxito.

El presente proyecto utiliza correos, reuniones y documentación que permite recibir retroalimentación por parte de los interesados en diversas etapas del ciclo de vida del diseño.

De manera que se captura cualquier cambio o ajuste necesario y sea posible responder eficazmente y a tiempo. Al identificar un grupo de interesados multidisciplinario (diseño, manufactura, ingeniería de proceso, calidad, integridad de señal, entre otros) y mantenerlos informados sobre el estatus del diseño se recibe soporte y retroalimentación de un equipo multidisciplinario con amplios conocimientos y diversas habilidades. De igual forma, se incorpora el aprendizaje y la mejora continua ya que existe un último periodo de retroalimentación que deben recibir los diseñadores por parte de operaciones sobre cualquier error de calidad que haya ocurrido durante la manufactura.

2.2.1.12 Permitir el cambio para lograr el estado futuro previsto.

Este principio está enfocado principalmente a organizaciones. Idealmente estas deben estar dotadas de un enfoque estructurado que les permita a estas y a su equipo adaptarse fácilmente al cambio. El es una certeza y las empresas que no están preparadas están destinadas al fracaso. Sin embargo, el enfoque es el mismo a nivel de proyectos. Los mismos deben poseer herramientas de administración que les permite capturar y documentar los cambios además de responder rápidamente a estos sin percibir mayor impacto.

Como se mencionó anteriormente, esta guía está dotada de herramientas administrativas que permiten documentar cualquier cambio por parte del cliente o interesados. Al igual que elementos de metodologías híbridas que permiten reaccionar rápidamente a este y establecer un ganar-ganar con el cliente y el equipo de trabajo. La retroalimentación de los interesados se solicita en diversas etapas del diseño para asegurar que este sea lo más robusto posible y fácilmente manufacturable.

2.2.2 Dominios de desempeño del proyecto

Existen un total de ocho dominios de desempeño en los proyectos de acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2021). A continuación, se desglosa cada uno de ellos, se brinda una breve descripción y de qué forma aplicaron para el desarrollo de esta guía.

2.2.2.1 Dominio de desempeño de los interesados

Este dominio trata sobre todo lo relacionado con la gestión de los interesados. Los mismos pueden trabajar dentro o fuera de la organización. Algunos pueden estar a favor, ser neutros o estar en contra del proyecto. De ahí que es clave saber gestionarlos correctamente para evitar que los detractores afecten negativamente los proyecto. También poseen diferentes niveles de poder e impacto. Un patrocinador tendría un alto nivel de poder e impacto; mientras que un grupal sindical que está en contra tendría bajo poder pero podría tener un alto impacto.

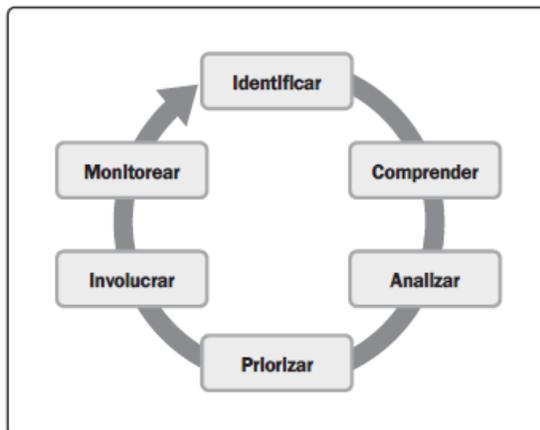
Se sabe que un proyecto marcha bien cuando se mantiene una buena relación con los interesados durante todo el proyecto. Es decir, los que están a favor afectan positivamente los objetivos del proyecto. Mientras que los que podrían estar en contra no tienen un impacto negativo sobre el mismo.

Existen distintas herramientas para realizar un análisis de interesados: por ejemplo, las matrices de poder e influencia. Sin embargo, la finalidad siempre es realizar un análisis profundo que identifique absolutamente todos los posibles interesados y priorizarlos de acuerdo con el nivel de afectación que podría originar en el proyecto.

En el PMBOK, séptima edición, el PMI propone un esquema de la siguiente forma:

Figura 13

Ciclo de gestión de los interesados



Nota: Adaptado de *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos* (p. 10), por Project Management Institute, 2021, Project Management Institute, Inc.

Como se observa, el proceso de gestión de los interesados es cíclico, de nunca acabar. Inicia con la identificación y culmina con el monitoreo. Pero el proceso nunca termina ya que pueden aparecer nuevos interesados, otros pueden desaparecer e inclusive el nivel de poder e influencia podría variar a través del tiempo.

Esta guía de aplicación sigue un proceso similar. Primeramente, se identifican todos los interesados porque la retroalimentación de alguno de estos durante el diseño no puede quedar por fuera. Seguidamente se comprende y analiza el rol de cada interesado con el fin de entender la función de cada uno, de qué forma debe contribuir cada uno en el proceso de diseño, en qué etapa del proyecto deben intervenir, de qué forma se les involucrará y qué entregables deben entregar.

La priorización en para este trabajo en particular no es tan importante ya que no es necesario conocer el nivel de poder e influencia. Únicamente se debe tomar en cuenta que todos los involucrados estén siempre notificados sobre el proceso de diseño, los detalles del

mismo, en qué etapa se encuentra el proyecto y en qué momento se espera una acción por parte de ellos.

El monitoreo se realiza por medio de una plataforma web que permite observar en tiempo real el estatus del proyecto, los hitos, y quiénes tienen tareas pendientes por completar al igual que si algún entregable se encuentra atrasado.

Aquí tampoco es necesario realizar un análisis cíclico para volver a identificar interesados y realizar el flujo de nuevo. Al ser este trabajo una guía de aplicación, los interesados nunca cambian ni tampoco su nivel de poder o influencia. A menos que un empleado de empresa renuncie y alguien más lo esté reemplazando.

2.2.2.2 Dominio de desempeño del equipo

Este dominio de desempeño trata principalmente sobre liderazgo. Aquí todos los integrantes del equipo pueden y deben aspirar a poseer cualidades de liderazgo; no sólo el director de proyectos. La idea es formar equipos de alto rendimiento, lo cual se traduce en la obtención de los mejores resultados posible para el proyecto. Para que esto ocurra, se deben fomentar espacios de colaboración, transparencia, adaptabilidad, resiliencia y reconocimiento. El director de proyectos debe hacer uso del liderazgo situacional para obtener los mejores resultados posibles. La forma de liderar es distinta si un empleado posee alto conocimiento y motivación comparado con uno que tiene bajo conocimiento pero alta motivación, por ejemplo. La etapa en la que se encuentra el proyecto también tiene un efecto en la motivación del equipo; más aún si el equipo es nuevo y los integrantes nunca han interactuado entre ellos.

Este dominio de desempeño en particular no aplica para este trabajo en específico. Esta es una guía de aplicación para el diseño de conectores electrónicos. Lo que se pretende es elaborar una guía para diseñar conectores utilizando métodos híbridos de forma que se optimicen los recursos, el tiempo y se obtenga el mejor entregable posible en términos de

calidad, desempeño y tiempo de entrega. Esta guía no trata sobre el desarrollo de la habilidades de liderazgo, inteligencia emocional y habilidades blandas.

2.2.2.3 Dominio de desempeño del enfoque de desarrollo y del ciclo de vida

Este dominio de desempeño relaciona la cadencia con el enfoque de desarrollo y el ciclo de vida. Se deben planificar bien cómo van a ser estos tres aspectos antes de iniciar con el proyecto. De ello depende el éxito o el fracaso del mismo ya que define cómo se va a administrar el proyecto.

La cadencia se refiere a la frecuencia con la que se entregará un entregable al cliente. Puede ser una única entrega final como la construcción de un edificio; una entrega continua como el desarrollo de un software con entregas funcionales; entregas múltiples como el desarrollo de un nuevo dispositivo médico; o entregas periódicas. Este último viene siendo una entrega múltiple pero con periodicidad definida (bimensual, trimestral, etc).

El enfoque de desarrollo se refiere simplemente a si el proyecto utilizará un enfoque predictivo, híbrido o adaptativo (ágil, iterativo o incremental). La selección del enfoque dependerá de las características del proyecto. Por ejemplo, si el alcance está muy claramente definido como la construcción de un puente normalmente se emplea un método predictivo. Pero si el alcance no es del todo claro y se debe pasar por un periodo experimental de prueba y error hasta dar con el resultado deseado, entonces algún método adaptativo sería el más apropiado. También se puede usar un enfoque híbrido. Tal podría ser el caso de la construcción de un cine que necesita de una página web para visualizar la cartelera y realizar las compras de los alimentos y entradas en línea. Aquí el enfoque sería predictivo para la construcción, pero podría ser incremental para el desarrollo de la página web.

La definición del ciclo de vida está directamente relacionada con la cadencia y el enfoque de desarrollo seleccionados para el proyecto. En la sección 2.2.6 se muestra con figuras los diferentes ciclos de vida y se ahonda en mayor detalle.

Esta guía de aplicación se desarrolló con enfoque híbrido. Utiliza una metodología principalmente predictiva pero con elementos de Lean, Kanban y DevOps para optimizar el proceso de diseño, hacerlo más ágil al igual que holístico al captar la retroalimentación de operaciones. El enfoque es mayormente predictivo ya que el alcance está claramente definido. El diseñador interactúa inicialmente con el cliente, capta los requerimientos y cotiza de forma exacta el tipo de conector solicitado. Si el cliente coloca una orden de compra pero solicita cambios durante el diseño, se tendrá que recotizar si se determina que las modificaciones afectan el precio. El ciclo de vida sigue una estructura predictiva. La etapa de inicio y planificación sería la fase de cotización. Las etapas de ejecución y monitoreo y control sería la fase de diseño del conector. En esta fase se está ejecutando el diseño y se utiliza una plataforma en línea de seguimiento al proyecto en tiempo real para realizar el monitoreo y control. Mientras que la etapa de cierre sería cuando el cliente aprobó el diseño final y se calendariza una fecha de envío a la orden. Posterior a la etapa de cierre, una vez que los ingenieros de manufactura enviaron la orden al cliente se recibe una retroalimentación final por parte de operaciones con acciones para mejorar el diseño en caso de que hubieran problemas de calidad encontrados.

2.2.2.4 Dominio de desempeño de la planificación

La planificación es una de las etapas más cruciales, ya que si no se planifica adecuadamente podrían ocasionarse muchas dificultades y el desenlace final sería desastroso. La planificación contempla diferentes aspectos, tales como: el enfoque de desarrollo o ciclo de vida, el cronograma y presupuesto, la estructura del equipo de trabajo, la comunicación, los

recursos, las adquisiciones, cómo se van a gestionar los cambios, qué métricas se van a utilizar para medir el progreso, entre otros.

Para este proyecto en específico la planificación del diseño ocurre en la etapa inicial de cotización. Es en dicha etapa cuando el ingeniero de aplicaciones debe comprender muy bien los requerimientos técnicos del cliente, determinar si lo que el mismo solicita es técnicamente factible o no (a nivel de diseño, manufactura y si cumpliría con el rendimiento esperado por el cliente), comprender los costos que implica para la empresa y cotizarlo adecuadamente. El alcance del diseño queda plasmado en la cotización. Por lo que si se solicita un cambio este deberá ser recotizado. De esta forma, se controlan las desviaciones en el alcance ya que cualquier modificación pequeña podría tener grandes repercusiones.

En la presente guía de aplicación el equipo de trabajo ya está claramente definido y siempre es el mismo independientemente del tipo o complejidad de diseño. No es necesario identificar recursos físicos y no se realizan adquisiciones. La comunicación se maneja por medio de correos electrónicos y documentos oficiales de la empresa que funcionan como respaldo. Si hay reuniones las mismas quedan plasmadas en minutas. Una vez finalizado el diseño y fabricada la orden, se recibe retroalimentación por parte de operaciones. Si hubo defectos de calidad se le asigna una acción correctiva al diseñador (si aplica). Las acciones correctivas serían las métricas que monitorean el progreso en el desempeño del diseñador.

2.2.2.5 Dominio de desempeño del trabajo del proyecto

Un buen manejo de este dominio de desempeño se ve reflejado en una adecuada ejecución del proyecto. Para obtener un buen desempeño hay que asegurar que los procesos sean eficientes, que se monitoreen correctamente los cambios, la comunicación entre los interesados sea adecuada, que haya una buena gestión de los recursos y las adquisiciones, y que exista mejora continua a través de la retroalimentación y lecciones aprendidas.

Para el presente trabajo se utilizaron metodologías Lean y Kanban para gestionar y optimizar los procesos, reduciendo además los desperdicios mediante una guía de aplicación inteligentemente estructurada. El alcance del proyecto está dictado en la cotización. Cualquier cambio puede requerir una cotización actualizada, inclusive si se está actualmente en la etapa de ejecución. De esta forma se monitorea y controlan los cambios.

Como se mencionó anteriormente, la gestión de la comunicación se realiza por medio de correos, minutas y documentación de la empresa: cotizaciones, planos de diseño aprobados por el cliente y por aprobadores internos de la organización.

La gestión de los materiales se realiza por medio del plano del diseño. El cuenta con un Bill of Materials (BOM) en donde se especifican todos los componentes, materiales y cantidades requeridas para fabricar una unidad. La parte de suministro y logística queda fuera del alcance de lo relativo al diseño; por lo que no se contempla en esta guía de aplicación. Lo mismo ocurre con la gestión de adquisiciones y contratos. Esto le compete al personal de Compras y no es un área del diseño. Es responsabilidad del departamento de Compras basarse en el BOM, cotizar y seleccionar al mejor proveedor con base en precio, reputación, expertise y tiempos de entrega.

El aprendizaje y la mejora continua se da al final del proceso de diseño. Cuando se recibe retroalimentación por parte de operaciones sobre los errores de calidad que se dieron, si fuera el caso. Si la acción correctiva queda en manos del diseñador, el mismo actualiza el diseño para evitar el inconveniente a futuro.

2.2.2.6 Dominio de desempeño de la entrega

Este dominio de desempeño tiene que ver con la actividades y funciones relacionadas con la entrega del producto o servicio en el tiempo, calidad y costo establecidos. La presente guía de aplicación se desarrolló de tal forma que cada sub-entregable del diseño está

optimizado sin generar desperdicios ni retrabajos. El flujo de trabajo fue optimizado de la forma más eficiente y efectiva paso a paso. De esta forma, se entrega valor en cada etapa del proceso de diseño. Además se captura la retroalimentación de todos los interesados con el fin de robustecer el proceso y garantizar la calidad del diseño. La interacción entre diseñadores y operaciones es en gran parte la medida del éxito.

El cliente como tal recibe tres entregables: la cotización, una primer propuesta de diseño una vez recibida la orden de compra, y un diseño finalizado que requiere aprobación final del cliente para proceder con la manufactura y envío de la orden.

Junto con la cotización recibe además un Statement of Work (SOW) el cual elabora sobre el flujo de proceso del diseño, los estándares calidad a los que se adhieren los procesos de manufactura, las implicaciones de variaciones en el alcance, cómo se gestionan los retrabajos, los costos estimados de los conectores y un cronograma que arrancaría con la orden de compra.

Estos entregables están alineados con el negocio para garantizar la entrega de valor y la calidad del producto.

2.2.2.7 Dominio de desempeño de la medición

El dominio de desempeño de la medición es importante ya que permite evaluar el desempeño del proyecto en comparación con lo planificado. Es de utilidad para dar seguimiento a las actividades, corroborar si se cumplió con el cronograma o con el presupuesto inicial. Se deben establecer métricas para evaluar el desempeño. Esto permite realizar ajustes y enderezar el rumbo del proyecto a tiempo. El objetivo es generar data medible confiable que puede ser utilizada para la toma de decisiones.

Para este proyecto en específico se documentan las acciones correctivas asignadas a los diseñadores una vez enviada la orden al cliente. También se planteó el uso de una interfaz

web para la gestión de proyectos. En dicha plataforma no sólo se le da seguimiento en tiempo real al estatus de los entregables del diseño. Sino que además se registran el tiempo de ejecución y los gastos reales del proyecto. De manera que esta información se automatiza para generar métricas de desempeño que evalúen el progreso de los diseñadores.

2.2.2.8 Dominio de desempeño de la incertidumbre

La incertidumbre desde luego es una variable que siempre está presente y no es posible controlar. Un buen director de proyecto y equipo de trabajo debe saber cómo navegar en la incertidumbre para garantizar el éxito. La incertidumbre, la ambigüedad, la complejidad, la volatilidad y el riesgo son elementos que deben ser tomados en cuenta a la hora de planificar cualquier proyecto.

La ambigüedad en este proyecto se evita por medio de una cotización bien detallada que establece todos los requerimientos técnicos del cliente. El diseñador debe establecer una conversación amplia con el cliente para asegurarse de comprender todo lo que se solicita. De igual forma en el SOW se detallan aspectos como tiempo de entrega, costos estimados, estándares de calidad relativo a la manufactura, flujo de proceso del diseño, entre otros. Este documento es enviado al cliente junto con la cotización con el fin de evitar ambigüedades y asegurar que el entendimiento se mutuo.

En cuanto a complejidad, sólo se deben cotizar diseños que se sabe que se pueden manufacturar sin problema. No se debe comprometer el diseñador a algo que al final no se pudo elaborar debido a la complejidad. Para diseños de gran complejidad, debe interactuar con operaciones para establecer un plan de manufactura. Operaciones también se encarga de cotizar el costo de la mano de obra y cualquier NRE requerido.

Todo esto disminuye el riesgo del proyecto, garantizando el éxito y cumplimiento en la triple restricción establecida. La volatilidad no es un elemento que juega un papel en este

proyecto ya que no existe la posibilidad de cambios rápidos inesperados en el diseño de conectores. Cualquier cambio repentino solicitado por el cliente requiere de una nueva cotización y el tiempo de entrega se reinicia.

2.2.3 Proyectos predictivos, proyectos adaptativos y proyectos híbridos

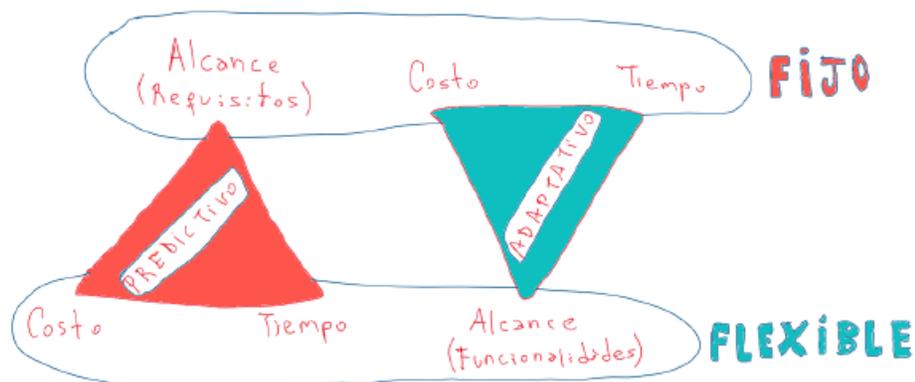
Como lo menciona Lledó (2020), los proyectos predictivos se deben emplear cuando se conoce muy claramente el alcance. De esta forma, el director de proyectos define el tiempo y costo con base en este alcance. Cualquier variación en el alcance requiere de una nueva revisión del cronograma y presupuesto. Por lo que sólo debería emplearse en proyectos en los que hay un solo entregable único y no existe incertidumbre en cuanto cómo completarlo. También es preferible que los cambios en el mercado sean bajos para que no obligue a reajustar el tiempo y presupuesto. Este ciclo de vida a veces se le conoce como “cascada” o predictivo porque es secuencial y se sigue un plan desde inicio a fin.

Rúa (2018) explica cómo el método predictivo fue el estilo que más se utilizaba por mucho tiempo. Sin embargo, este no daba buenos resultados en proyectos donde el entregable era algo único que nunca antes se había desarrollado en el pasado. Por ejemplo, los proyectos de desarrollo de software suelen ser de esa forma. En otras palabras, no funciona para proyectos en donde el alcance es desconocido. Fue a raíz de estos casos que se empezaron a desarrollar las metodologías adaptativas. Estas contienen ciclos de vida particulares que permiten navegar en la incertidumbre e ir aprendiendo en el proceso hasta dar con el entregable final.

Lledó (2020) explica que las metodologías adaptativas se emplean cuando el alcance es desconocido pero el tiempo y el costo son fijos.

Figura 14

Triple Restricción: Predictivo vs Adaptativo



Nota: Adaptado de *Profesional Ágil. Apuntes para la certificación PMI-ACP®* (p. 23), por Pablo Lledó, 2020, Pablo Lledó.

Existen tres tipos de metodologías adaptativas: la iterativa, la incremental y la ágil. El primero consiste en el desarrollo de un único entregable final. Sin embargo, se realizan las iteraciones que sean necesarias hasta completar el entregable. Todas las iteraciones deben tener el mismo tiempo de duración, el cual debe estar previamente establecido. En la etapa inicial se tiene una idea general del producto final; esta idea se va depurando con el paso del tiempo. El tiempo y costo también se van definiendo con más claridad con el avance de cada iteración. Este método se emplea cuando se debe pasar un gran periodo de aprendizaje para desarrollar el producto; al igual que cuando las variaciones en el mercado son importantes. No es un enfoque recomendado cuando el tiempo es importante para el cliente y necesita el entregable para una fecha determinada. La retroalimentación del cliente en cada iteración es lo que permite al equipo de trabajo aproximarse cada vez más a la solución final.

El método incremental consiste en la elaboración de múltiples entregables hasta llegar al producto final. El objetivo es que cada entregable sea un parte funcional del entregable final. El ciclo de vida también es iterativo, con lapsos de tiempo definidos para cada entregable pero

no necesariamente de la misma duración. La ventaja de este método es que el cliente va recibiendo algo que es funcional cada cierto tiempo. Por lo que puede ir haciendo uso de estos entregables conforme los recibe. Este método no se recomienda si las variaciones en el mercado son altas.

Ágil es una mezcla de iterativo e incremental. Básicamente consiste en definir iteraciones de una duración fija (usualmente de 2 a 4 semanas), todas con la misma duración hasta finalizar el proyecto. El objetivo es que en cada iteración se complete una parte del producto final. El producto de esta iteración debe ser algo completamente funcional que agregue valor al cliente. Lo importante es recibir retroalimentación continua del cliente en cada iteración para ir ajustando el rumbo hasta dar con el producto final. También es un método útil cuando la incertidumbre en el mercado es alta.

También se pueden emplear metodologías híbridas; es decir, una combinación de predictivo, iterativo, incremental y/o ágil. Las organizaciones por lo general realizan estos ajustes a la libre ya que depende mucho del contexto y las características del proyecto. El PMI (2017) en su Guía Práctica de Ágil menciona algunos casos. Por ejemplo, un proyecto puede tener un enfoque ágil en su etapa inicial y luego pasar a un modelo completamente predictivo.

Figura 15

Enfoque de desarrollo Ágil-Predictivo



Nota: Adaptado de *Guía Práctica de Ágil* (p. 27), por PMI, 2017, Project Management Institute, Inc.

Un ejemplo puede ser el diseño y desarrollo de un nuevo dispositivo médico y luego el despliegue y capacitación de los usuarios. En la primera fase hay incertidumbre y en la segunda el alcance está claramente definido. También pueden haber proyectos con un enfoque

mayoritariamente predictivo pero con partes ágiles. Por ejemplo, la construcción de una cafetería. La edificación como tal es predictiva, pero el desarrollo de una plataforma digital para realizar órdenes en línea puede ser ágil. Por último, también podría darse un caso en que amerite emplear un enfoque principalmente ágil pero con uno de los entregables predictivo. Las organizaciones quedan a la libre de utilizar y variar el enfoque de acuerdo con su contexto.

2.2.4 Administración, dirección o gerencia de proyectos

En este apartado se aporta una definición de qué es la administración de proyectos. Según el PMI, la administración de proyectos es un conjunto de conocimientos, habilidades, técnicas y herramientas aplicados para agregar algún asunto de valor a las personas u organizaciones. (Project Management Institute [PMI], s.f.).

Lo anterior aunado a que un proyecto viene siendo un esfuerzo temporal para alcanzar un objetivo final hace algo de sentido. Sin embargo, hace falta agregar mucho más contexto a esta definición.

El Association for Project Management (APM) del Reino Unido aporta una definición más concisa. Esta indica que la gestión de proyectos es el conjunto de procesos, métodos, habilidades y experiencia utilizados para alcanzar los objetivos del proyecto. Esto de acuerdo con los criterios de aceptación del mismo, dentro del cronograma y presupuesto definidos. Es decir, dentro de los parámetros de la triple restricción. Añade que la dirección de proyectos se diferencia de la administración en general en que la primera tiene un entregable final en un lapso de tiempo definido. Mientras que la segunda se refiere a un proceso continuo, indefinido. Por esto, el director de proyectos requiere de un conjunto de habilidades blandas y técnicas, al igual que tener muy clara la estrategia del negocio. (Association for Project Management [APM], s.f.).

Para terminar de depurar esta definición, El American Society for Quality (ASQ) añade un último detalle importante. Agrega que, a pesar de que existen múltiples herramientas y métodos para la gestión de proyectos, estos deben ser adaptados al alcance y contexto en que se encuentran. Por ejemplo, no se puede comparar un proyecto que consiste en la construcción de un rascacielos, con un proyecto que consiste en la implementación de un sistema de calidad ISO 9001 en una empresa. Ambos tienen tiempos de duración, alcances y presupuestos completamente distintos. La cantidad de recursos que se deben contratar y su experiencia técnica también es distinta. Todas estas variables y más, requieren de planes de gestión de proyectos distintos y adecuados al caso en cuestión. (American Society for Quality [ASQ], s.f.).

2.2.5 Áreas de conocimiento y procesos de la administración de proyectos

El PMI (2017) establece las diez áreas del conocimiento en su PMBOK, sexta edición. Cada área de conocimiento reúne un conjunto de procesos de acuerdo con un área del saber. Todos los proyectos deberían hacer uso, aunque sea indirectamente, de estas áreas del conocimiento. También pueden haber casos en los que se requiera de áreas de conocimiento adicionales. Aunque el PMBOK sólo abarca 10. A continuación, se enlistan estas áreas de conocimiento al igual que una breve descripción de las mismas:

- **Gestión de la Integración:** esta área del saber se encarga de identificar, definir, planificar, combinar y coordinar las actividades asociadas con los diferentes grupos de procesos del proyecto. Los procesos asociados son: Desarrollo del Charter del Proyecto, Desarrollo del Plan para la Dirección, Dirección y Gestión del Trabajo, Gestión del Conocimiento, Monitoreo y Control del Trabajo, Realización del Control Integrado de Cambios, y Cierre del Proyecto o Fase.
- **Gestión del Alcance:** son el conjunto de actividades necesarias para definir, gestionar y controlar el alcance. El alcance debe estar muy bien definido para evitar variaciones en el

mismo que pueden impactar el tiempo y el costo. Los procesos involucrados en esta área del conocimiento son: Planificación de la Gestión del Alcance, Recopilación de Requisitos, Definición del Alcance, Creación de la EDT, Validación del Alcance y Control del Alcance.

- **Gestión del Cronograma:** se refiere a todos los procesos necesarios para la estimación de duración de actividades, las interrelaciones entre estas, la planificación del cronograma y el control de este. Los procesos involucrados para esta área del conocimiento son: Planificar, Definir, Secuenciar, Estimar, Desarrollar y Controlar el cronograma y las actividades.
- **Gestión de los Costos:** son todas las actividades relacionadas con la estimación, planificación y control del presupuesto del proyecto. También incluye actividades como financiar y obtener financiamiento. Los procesos involucrados en esta área del conocimiento son: Planificación, Estimación, Determinación y Control del presupuesto.
- **Gestión de la Calidad:** se refiere a todos los procesos relacionados con el cumplimiento de los requerimientos del cliente y de la organización. También contempla aspectos como el cumplimiento con normativas, estándares y políticas de entidades nacionales e internacionales. Los procesos en esta área del conocimiento son tres: Planificación, Gestión y Control de la calidad.
- **Gestión de los Recursos:** reúne las actividades relacionadas con el planificación, identificación, obtención, gestión y monitoreo de los recursos. Estos pueden ser miembros del equipo o también recursos físicos o digitales para que el proyecto se pueda llevar a cabo. También contempla aspectos de liderazgo para la gestión del equipo de trabajo. Los procesos involucrados son: Planificación, Estimación, Adquisición, Desarrollo, Dirección y Control.
- **Gestión de las Comunicaciones:** contempla todos los procesos relacionados con la gestión de las comunicaciones del proyecto. Toda la información del proyecto debe estar compilada y debe ser fácilmente accesible, inclusive si ya finalizó el proyecto. Incluye aspectos como

la recopilación, almacenamiento, distribución, monitoreo y control, y disposición de la información. También establece cómo se debe gestionar la comunicación entre los diferentes interesados. Los procesos involucrados son: Planificación, Gestión y Monitoreo de las comunicaciones.

- **Gestión de los Riesgos:** establece los procesos necesarios para identificar, priorizar, gestionar, monitorear y controlar los riesgos del proyecto. Estos incluyen oportunidades y amenazas. Esta área del conocimiento cuenta con herramientas para priorizar y cuantificar los riesgos del proyecto y así establecer estrategias que permiten evitar, mitigar o aceptar los riesgos. Los procesos relacionados con esta área del saber son: Planificación, Identificación, Análisis Cualitativo, Análisis Cuantitativo, Planificación, Implementación y Monitoreo.
- **Gestión de las Adquisiciones:** establece las actividades necesarias para planificar, identificar, implementar y controlar las adquisiciones. Adquisiciones se refiere a cualquier producto, empresa o servicio adquirido fuera de la organización. Los procesos involucrados son: Planificar, Efectuar y Controlar las adquisiciones.
- **Gestión de los Interesados:** es un área del conocimiento muy crítica ya que existen interesados que pueden traerse abajo un proyecto si no fueron contemplados desde el principio. Los interesados pueden ser individuos, grupos u organizaciones que podrían tener intereses a favor o en contra del proyecto. Existen herramientas para identificar, priorizar y establecer planes para gestionar a los interesados. El proceso de gestión de cíclico, con el tiempo podrían haber nuevos interesados, en otros podrían variar sus intereses y algunos podrían desaparecer. Los procesos involucrados son: Identificación, Planificación, Gestión y Monitoreo.

La Guía del PMBOK, Sexta Edición, profundiza en cada una de estas áreas del conocimiento y establece las entradas, herramientas y salidas de cada una de estas diez áreas.

De igual forma, menciona los grupos de procesos para los proyectos predictivos. Estos son cinco: Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control, y Cierre del proyecto. En esencia, estas son las diferentes fases que atraviesa un proyecto predictivo. La Tabla 1 muestra una síntesis de las diez áreas del conocimiento y cuáles procesos de cada una de estas áreas están involucradas en qué fase del proyecto (o grupos de procesos).

Tabla 1

Relación entre Áreas del Conocimiento y Grupos de Procesos

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto	4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.7 Cerrar el Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDI/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Cronograma del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma		6.6 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costos del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Gestionar la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades	9.3 Adquirir Recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al Equipo	9.6 Controlar los Recursos	
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Monitorear las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos	11.7 Monitorear los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	

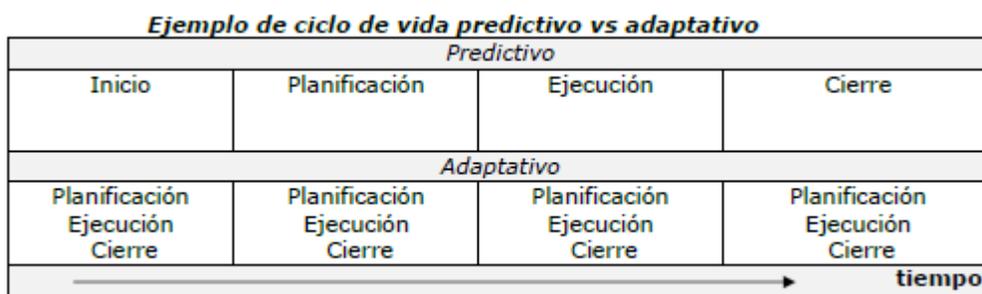
Nota: Adaptado de *Guía del PMBOK, Sexta Ed y el Estándar para la Dirección del Proyectos* (p. 555), por PMI, 2017, Project Management Institute, Inc.

2.2.6 Ciclos de vida de los proyectos

Como se mencionó en el apartado 2.2.3, el ciclo de vida de los proyectos predictivos es secuencial. Comúnmente sigue una secuencia del tipo Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control, y Cierre. Es utilizado en proyectos en los que el alcance está muy bien definido, no se esperan fluctuaciones importantes en el mercado y el nivel de incertidumbre es muy bajo. Mientras que los enfoques de desarrollo adaptativos son el opuesto. No es posible definir muy bien el alcance, las variaciones en el mercado suelen ser altas y el nivel de incertidumbre es alto. En ellos, el alcance se va definiendo con el paso del tiempo. Al ser incierta la solución, se requiere de un proceso iterativo en donde el equipo va aprendiendo conforme avanza el proyecto. La clave es la retroalimentación del cliente en cada ciclo. Para estos casos, el ciclo de vida varía un poco dependiendo de si el método es iterativo, incremental o ágil. Sin embargo, normalmente siguen una estructura del tipo Planificación, Ejecución y Cierre en cada ciclo. La siguiente figura ilustra la diferencia entre ambos ciclos de vida:

Figura 16

Ciclo de vida predictivo vs adaptativo

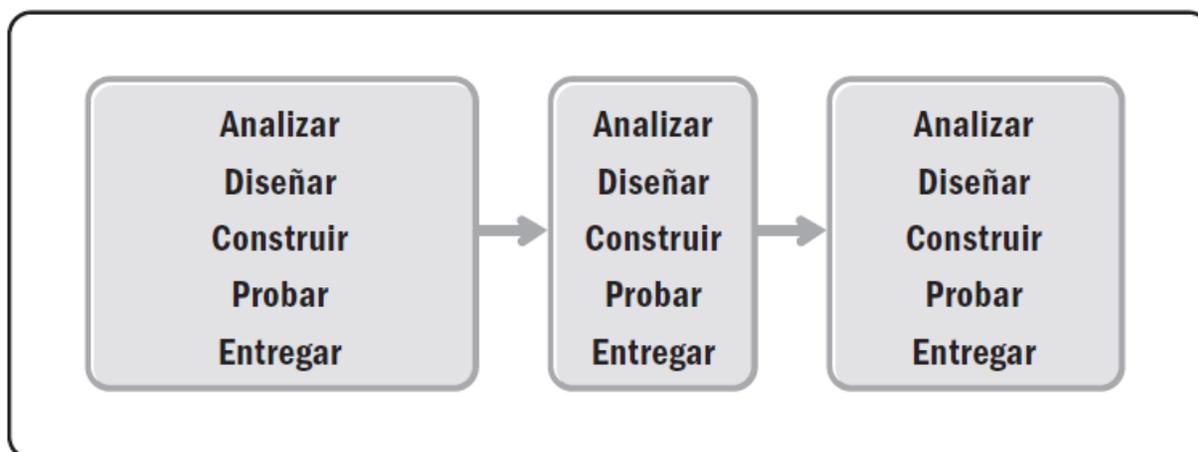


Nota: Adaptado de *Administración de Proyectos. El ABC para un Director de Proyectos exitoso* (p. 30), por Pablo Lledó, 2017, Pablo Lledó.

En los ciclos adaptativos, ocurre una pequeña planificación, ejecución y entrega en cada ciclo. La Figura 17 muestra un ejemplo de un ciclo de vida incremental. En donde, en cada iteración se entrega un producto funcional. La lógica es similar, sólo que en esta caso el tamaño de cada incremento puede ser variable.

Figura 17

Ciclo de vida incremental

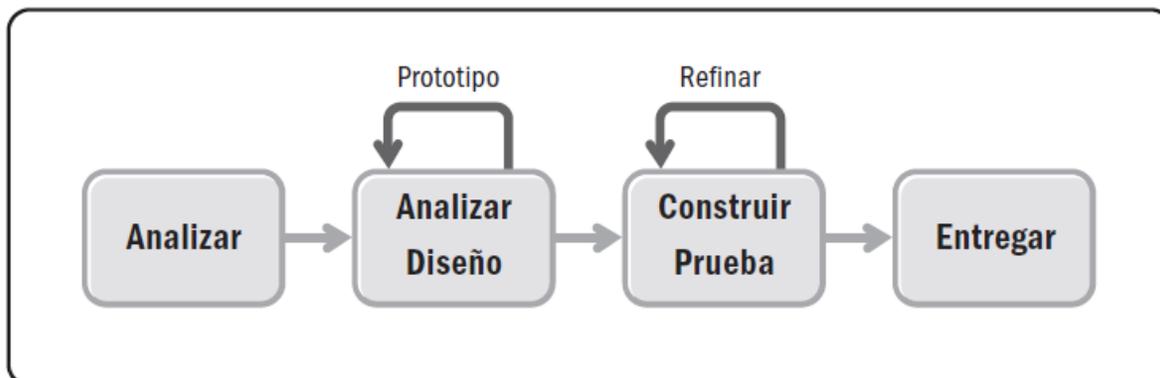


Nota: Adaptado de *Guía Práctica de Ágil* (p. 22), por PMI, 2017, Project Management Institute, Inc.

El ciclo de vida iterativo consiste en un solo entregable final. Pero se realizan iteraciones en donde el equipo va mejorando con base en un flujo constante de aprendizaje gracias a la retroalimentación del cliente. Normalmente consiste en el desarrollo de un prototipo que se va refinando con cada iteración hasta dar con la solución final. La Figura 18 ilustra mejor este proceso.

Figura 18

Ciclo de vida iterativo

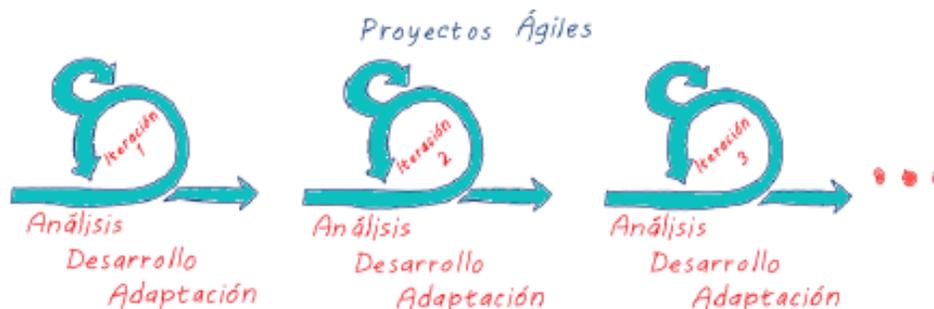


Nota: Adaptado de *Guía Práctica de Ágil* (p. 21), por PMI, 2017, Project Management Institute, Inc.

Mientras que ágil es una combinación de iterativo e incremental. Lo que se busca es entregar un producto funcional en cada iteración. Con iteraciones de un rango comúnmente de 2 a 4 semanas. Todas las iteraciones deben tener la misma duración. Nuevamente, con base en la retroalimentación del cliente el equipo va mejorando el producto en cada iteración.

Figura 19

Ciclo de vida ágil

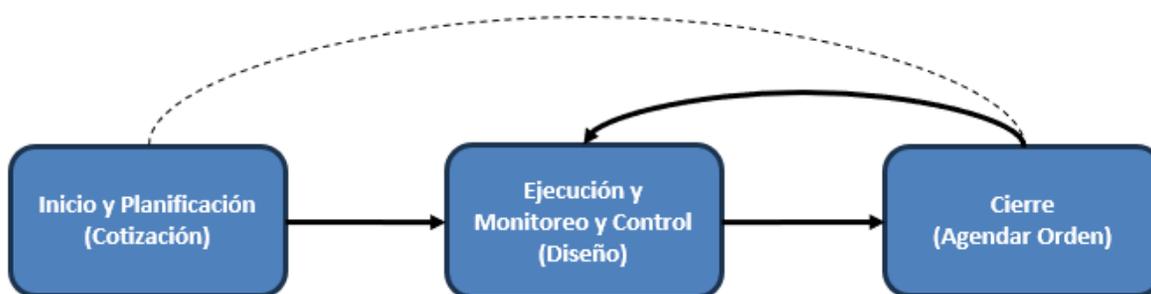


Nota: Adaptado de *Profesional Ágil. Apuntes para la certificación PMI-ACP®* (p. 20), por Pablo Lledó, 2020, Pablo Lledó.

En esta guía de aplicación para el diseño de conectores, el ciclo de vida que se adopta es predictivo. Esto es debido a que el alcance del diseño es conocido. Se reúnen los requerimientos exactos del cliente, con lujo de detalle y se cotiza. En la cotización se desglosan los detalles del diseño y es por medio de esta que se controla el alcance. Cualquier desviación requiere de una cotización actualizada y el tiempo de entrega se ajusta. La Figura 18 ilustra el ciclo de vida de este proyecto:

Figura 20

Ciclo de vida de la guía de aplicación para el diseño de conectores.



Nota: Elaboración propia.

La etapa de Inicio y Planificación se combinan en una sola que es la etapa de cotización. No se cotiza hasta que no se tengan claros los requerimientos exactos del entregable. De esta forma, se evita que ingrese una orden de compra si los requerimientos no están definidos. Este tipo de situaciones lo que ocasionan son generalmente desviaciones en el alcance que generan impactos en los costos y el tiempo del proyecto.

La siguiente etapa es la de diseño. Esta inicia cuando ingresa la orden de compra. Se asemeja en un ciclo predictivo a las etapas de ejecución y monitoreo y control, fusionadas. Esto último debido a que, mediante una plataforma en línea es posible monitorear en tiempo real el avance del proyecto. Si algún interesado no ha completado alguna tarea, hay visibilidad de esto y se le puede solicitar que tome acción lo antes posible.

Finalmente, una vez que está completado el diseño y este ha sido aprobado por el cliente, se procede a cerrar el diseño y agendar una fecha de envío del producto. Esta sería la etapa de cierre.

Existe la posibilidad de que los ingenieros de operaciones hayan tenido problemas de calidad durante la fabricación. Si se determina que el problema está en el diseño y la acción correctiva se le asigna al diseñador, éste debe actualizar el diseño y notificarle al cliente. Si la modificación es radical e impacta el precio, se le debe notificar al cliente y enviar la cotización actualizada para prevenir órdenes de compras futuras con el mismo error de diseño. Desde luego, se le notifica al equipo de trabajo sobre el cambio para que revisen sus tareas correspondientes y las actualicen de ser necesario.

2.2.7 Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos

Las organizaciones comúnmente cuentan con portafolios, programas y proyectos que están alineados con la estrategia empresarial. La Universidad Latina de Costa Rica (2020) define la Estrategia Empresarial como "... los objetivos que se plantea una organización en relación la planificación, organización, gestión de recursos, entre otros. Esto no se restringe solamente a las metas sino también la forma de alcanzarlos y el tiempo que se tardará en hacerlo." (párr. 2).

Los proyectos comúnmente se definen como un esfuerzo temporal para obtener un resultado deseado. Una empresa puede tener un conjunto de proyectos, pero estos no necesariamente pertenecen a un programa. Un programa está compuesto de un conjunto de proyectos que trabajan juntos para obtener un mismo fin. La ventaja de esto es que, al pertenecer estos proyectos a un mismo programa, comparten recursos. Esto podría representar un ahorro para la empresa en comparación con cada proyecto trabajando por su propia cuenta. Desde este punto de vista, es más eficiente colocarlos en un programa.

Una empresa puede tener un conjunto de programas. Cada uno de estos puede pertenecer a un portafolio. Los portafolios son gestionados por la alta dirección de una organización. Estos se encuentran alineados con los objetivos estratégicos del negocio.

Cabe aclarar que dentro de una organización, pueden existir proyectos que no pertenecen a un programa o portafolio. Como también pueden haber portafolios que tienen sus propios proyectos, pero que no pertenecen a ningún programa.

La siguiente figura plantea de forma visual la relación entre estos elementos.

Figura 21

Interrelación entre Portafolios, Programas y Proyectos.



Nota: Adaptado de *Administración de Proyectos. El ABC para un Director de Proyectos exitoso* (p. 27), por Pablo Lledó, 2017, Pablo Lledó.

En síntesis, los resultados en los proyectos se miden por el cumplimiento del entregable en la calidad, presupuesto y fecha pactados. En los programas, el éxito se mide por los beneficios obtenidos cuando se gestionan los proyectos de forma conjunta. Mientras que en los portafolios, estos se miden por el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa. (Universitat Politècnica de Valencia – UPV, 2016, 5m13s).

2.3 Otra teoría propia del tema de interés

En este apartado se profundiza sobre la situación actual del tema en estudio, qué se está haciendo hasta ahora y qué oportunidades de mejora existen. También se amplía la información brindada en la investigación bibliográfica preliminar (Anexo 4), y si aportan o no al tema en estudio. Finalmente, en la sección 2.3.3 se amplía la investigación bibliográfica a otros temas de interés para reforzar la elaboración de la guía de aplicación para el diseño de conectores electrónicos.

2.3.1 Situación actual del problema u oportunidad en estudio

El autor de este trabajo cuenta con 6 años de experiencia en el diseño de conectores electrónicos para la empresa Samtec. El autor actualmente no labora para dicha empresa; sin embargo, en su tiempo como diseñador encontró algunas oportunidades de mejora que podrían robustecer el proceso de diseño desde la perspectiva de la administración de proyectos. Esto se logró utilizando metodologías híbridas tales como Lean, Kanban y DevOps combinado con un enfoque predominantemente predictivo. El objetivo de este trabajo es elaborar una guía de administración de proyectos basado en el modelo actual de Samtec pero mejorado. Esta guía es aplicable a otras empresas ya que el modelo que emplea Samtec es similar al de otras empresas que diseñan conectores.

El modelo de administración de proyectos que emplea Samtec es predictivo. Esto debido a que el alcance está muy claramente definido. El diseñador es el primero punto de contacto con el cliente, quien hace una solicitud para un diseño personalizado. Ver sección 2.1.4 para un mayor detalle los productos y las opciones de personalización que existen. Quien define la solución final y la cotización es el ingeniero de diseño. El mismo está a cargo de comprender todos los requerimientos técnicos, verificar que sean viables y que el conector sea posible de manufacturar con los equipos existentes. En la cotización viene a un nivel muy

detallado las especificaciones del diseño. Por lo que, si el cliente solicita una modificación, se requiere de una cotización actualizada siempre. De esta forma, se controla el alcance y se evitan desviaciones en el alcance que podría impactar la triple restricción (calidad, tiempo y costo). También se le envía al cliente un SOW (Statement of Work) el cual es un documento a parte que menciona los estándares y normas de calidad y manufactura a los que se adhiere la empresa, los costos generales, el tiempo de entrega estimado y el flujo de proceso que se utiliza para el diseño.

Cuando el cliente coloca la orden de compra arranca el proceso de diseño. El diseñador debe ponerse en contacto con un dibujante para transmitirle los detalles del diseño y que este pueda iniciar su trabajo. El diseño es elaborado en un PDF con toda la información pertinente y el diseñador lo envía al cliente para una aprobación inicial. Una vez recibida la aprobación, el diseñador envía el plano al grupo de ingenieros de manufactura, proceso y calidad. Este grupo también debe aprobar el diseño o brindar retroalimentación. Esto es para asesorarse de que el diseño sea algo que se pueda manufacturar con los procesos actuales de producción.

Algunos conectores requieren de un diseño de PCB. Para ello, el diseñador debe solicitar a un diseñador de PCBs que inicie con el diseño. Una vez completado, el diseñador revisa el diseño de la PCB y lo aprueba. Posteriormente le solicita al dibujante que actualice el plano y los modelos 3D del conector con el nuevo diseño de la tarjeta. Una nueva y final revisión del plano en PDF es enviado al cliente para su aprobación final. Una vez recibida la aprobación final del cliente, se procede a Liberar el diseño y se agenda una fecha de envío de la orden. Esto lo realiza otro equipo encargado de agendar órdenes con base en la fecha de llegada de los materiales y la capacidad de operaciones para manufacturar la orden. Una vez que el diseño es Liberado, se dice que el proceso de diseño ha finalizado.

Existen varias oportunidades de mejora en el proceso de diseño que mejorarían el proceso de administración de proyectos. Por ejemplo, para que los diseños sean más

amigables con los procesos de manufactura, se podría implementar una acción adicional posterior al proceso de Liberación del diseño. Una vez fabricada la primera orden, el diseñador podría recibir retroalimentación por parte de Operaciones indicando si hubo problemas de manufactura o calidad. Si se determina que se debe actualizar el diseño, se le asigna una acción correctiva al diseñador para que actualice y notifique al cliente.

Otra oportunidad de mejora, una vez recibida la orden de compra del cliente, estaría en agendar una reunión con los ingenieros de Operaciones para revisar el diseño grupalmente y capturar ahí toda la retroalimentación. De esta forma, los diseñadores y Operaciones trabajan más como un solo equipo. Mucho de lo que critica Operaciones es que parece que los diseñadores trabajan a la libre y diseñan a gusto sin tomar en cuenta la retroalimentación desde la perspectiva de manufactura.

En ocasiones sucede que los dibujantes y diseñadores de PCBs están muy saturados y no saben cuáles trabajos se deben priorizar. Se podría implementar una reunión diaria de Kanban entre el equipo de diseñadores, los dibujantes y los diseñadores de PCBs para entender la carga de trabajo del grupo y priorizar las tareas que están más calientes. Esto mejoraría la comunicación en el equipo y ayudaría a evitar diseños atrasados. También se puede utilizar esta reunión para transmitir información importante sobre el diseño a los dibujantes. Si la carga de trabajo del grupo es muy alta, se le podría estimar en cuánto tiempo se atrasaría un diseño y se le comunica al cliente. Igualmente, un diseñador podría ayudar a otro con alguna tarea si este se encuentra muy saturado. Esta reunión también le permitiría al equipo tener una visibilidad de las cargas de trabajo.

En síntesis, existen algunas problemáticas en el proceso de diseño como falta de sinergia en el equipo de diseñadores, una separación muy marcada entre diseño y operaciones y la ausencia de una herramienta para la administración de proyectos. Estas medidas vendrían a mejorar esta problemática.

2.3.2 Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio

En este apartado se elabora sobre las metodologías Lean, Kanban y DevOps. Se profundiza sobre la teoría de cada una de estas y cómo fueron de utilidad para el desarrollo de esta guía práctica. Estos métodos de gestión de proyectos permiten agilizar y hacer más eficientes los procesos, reduciendo desperdicios y enfocándose en el valor. Con DevOps, es posible además integrar el diseño con operaciones para así desarrollar un proceso más robusto y holístico. Ya que de nada sirve diseñar algo muy complejo que no pueda ser manufacturado.

2.3.2.1 Metodologías que se han usado

2.3.2.1.1 Lean

Lean es una metodología que surgió en la década de 1940 en Japón. Fue desarrollado por Taiichi Ohno quien laboraba para la Toyota. En esa época, la empresa estaba pasando por momento difíciles. La competencia eran las grandes empresas fabricantes de automóviles en EEUU; las cuales eran capaces de abaratar considerablemente los costos debido a su capacidad de producción en masa. Las empresas japonesas no tenían esa capacidad ya que el mercado japonés era mucho más reducido, además de que no contaban con tantos recursos. Por esta razón, tuvieron que innovar de otras formas. Es de ahí que surgió Lean, como una metodología de reducción de desperdicios. (Lledó, 2013, p. 175).

El sistema centra su atención únicamente en lo que entrega valor al cliente. De ahí que se busca eliminar toda forma de proceso o desperdicio para así reducir los costos operativos. La mejora continua también es clave, ya que si el proceso no se mantiene, por su naturaleza siempre tenderá a regresar a su estado natural de entropía o desorden.

Lean se guía bajo cinco principios que son:

1. Especificar el valor del proyecto
2. Definir el flujo de valor

3. Permitir que el flujo vaya sin interrupciones
4. Que el cliente participe en la definición del valor
5. Mejora continua

(Lledó, 2020, p. 31).

Cuando se aplica Lean a un proyecto, se debe analizar cada uno de estos principios. A continuación, se elabora cada uno de estos.

1. Especificar el valor:

“Valor” se define como cualquier cosa que el cliente esté dispuesto a pagar. Por lo tanto, hay que eliminar cualquier gasto por el que el cliente no esté pagando.

Estos son los “desperdicios” y existen dos tipos:

- Desperdicio Tipo 1: así como debe haber fricción en la naturaleza para que el movimiento pueda existir, este tipo de desperdicio es el necesario. Por ejemplo, algunas reuniones, ciertos trámites o documentación imprescindibles, lecciones aprendidas, etc.
- Desperdicio Tipo 2: son procesos, entregables o actividades que no agregan valor al cliente. Por ejemplo, reuniones duplicadas o innecesarias, procesos burocráticos que no agregan valor, disminución de errores o desperdicios en una línea de producción, etc.

2. Definir el flujo de valor:

Generalmente el flujo de valor está compuesto por los entregables del proyecto.

Por esto es importante mapear el flujo de valor para identificar cualquier proceso innecesario u otros desperdicios. El mapeo del flujo inicia desde la creación hasta la entrega al cliente.

3. Permitir que el flujo vaya sin interrupciones:

En Lean existen siete “Mudas” o desechos que son: transporte, inventarios,

movimiento, esperas, sobre procesamiento, sobre producción y defectos. El objetivo es tener un flujo de valor sin interrupciones, de manera que el valor fluya libremente a través del proceso. Al identificar estos Mudas y eliminar o disminuirlos, se agiliza la entrega de valor al cliente.

(Lledó, 2020, p. 32).

4. Que el cliente participe en la definición del valor:

Es muy común en los proyectos que el equipo trabaje arduamente en algo que al final no generó valor porque no era lo que el cliente quería. Es decir, nunca se le consultó al cliente si era algo que este quería desde un inicio. Simplemente se supuso que sí era requerido.

5. Mejora continua:

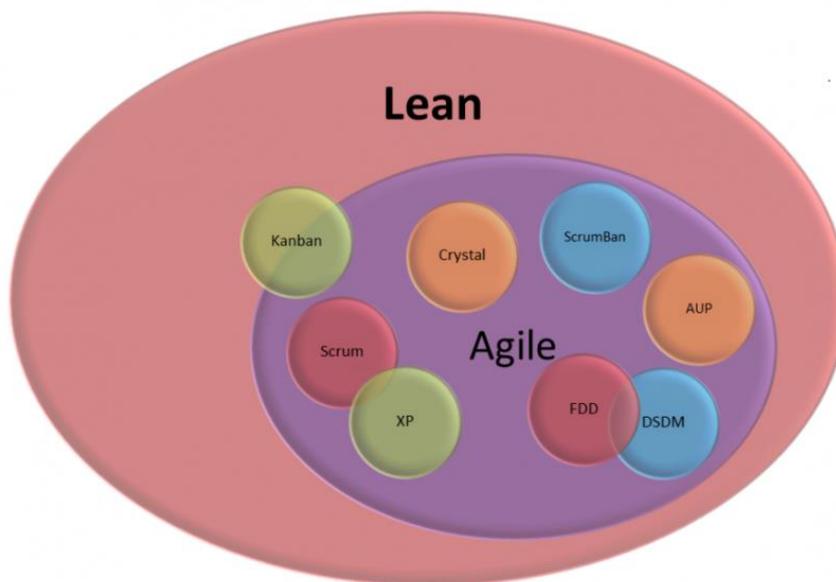
Por la ley de entropía, las cosas tienden a regresar a su estado natural de desorden. Si no se trabaja diariamente en identificar nuevos desperdicios y reducirlos, el arduo trabajo que se ha logrado rápidamente se pierde. La búsqueda de la perfección es algo que siempre ha caracterizado a la cultura japonesa. De ahí que se debe reforzar la mejora continua por parte de todos los integrantes de la organización.

2.3.2.1.2 Kanban

Lean es un concepto que engloba a Kanban y Ágil. Kanban surgió de Lean, y luego apareció Ágil y todos sus derivados (Scrum, XP, Crystal, entre otros). Al final, todas estas metodologías fueron inspirados de Lean. La Figura 22 ayuda a ilustrar este concepto:

Figura 22

Lean vs Kanban vs Ágil



Nota: Adaptado de *I may be stating the obvious—you can't be Agile without being Lean*

[Imagen], por Tousignant, D., 2018, Cape Project Management, Inc

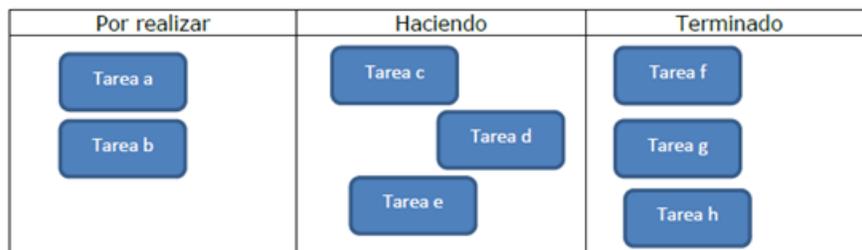
(<https://capeprojectmanagement.com/you-cant-be-agile-without-being-lean/>).

Kanban también tiene sus orígenes en Toyota y fue desarrollado por Taiichi Ohno. Es un término que se origina de la combinación de dos palabras en japonés. Su nombre significa “señal” “letrero”. Es un mecanismo visual que implica el uso de una tarjeta que va fluyendo desde el inicio del proceso hasta el final. Fue empleado en la industria de manufactura automotriz pero es extrapolable a cualquier industria, incluyendo el desarrollo de software.

El método consiste en desarrollar un tablero visual en el cual se van colocando fichas. La Figura 23 muestra el tablero clásico; sin embargo, este puede ser modificado para incorporar más columnas de la forma que sea más útil para el proyecto.

Figura 23

Tablero Kanban



Nota: Adaptado de *Gestión Lean y Ágil de proyectos* (p. 177), por Pablo Lledó, 2013, Pablo Lledó.

De esta forma, es fácil visualizar cómo está la carga de trabajo del proyecto y en qué parte del proceso se están generando cuellos de botella. En Kanban, es más importante enfocarse en realizar pocas tareas pero completarlas rápido; que realizar múltiples tareas al mismo tiempo pero completarlas muy lentamente. A manera de ejemplo, si se genera un cuello de botella en la columna “Haciendo”, se debe limitar la cantidad de tareas en esa columna a un valor determinado. Esto con el fin de reducir la cantidad de tareas en proceso y enfocarse en completarlas antes de recibir nuevas tareas. Así, se le genera más valor al cliente, realizando una pequeña cantidad de tareas pero con entregas más frecuentes que el cliente puede empezar a utilizar. En vez de esperar hasta que la totalidad de la orden esté completa para recibir los entregables. (Lledó, 2020, p. 35).

El equipo debe ser autogestionado. Ya que Kanban permite que unos miembros ayuden a otros cuando se genera un cuello de botella con el fin de completar las tareas rápidamente.

Si un entregable es muy grande, Kanban permite descomponer el entregable en varios sub entregables que le agreguen valor al cliente a medida que estos se vayan completando.

Existen tres métricas o indicadores que se pueden utilizar de ser necesario. Las cuales son Tiempo de Respuesta, Tiempo de Ciclo y Cuellos de Botella (Ágil Es - Por Cris Rúa, 27 de agosto del 2017, 5m59s). La primera se mide desde el momento en que el cliente hace la

solicitud hasta el momento en que este recibe el entregable. La segunda se mide desde el momento en que se empieza a trabajar en la solicitud hasta el momento en que se le entrega al cliente. La tercera se utiliza para controlar los cuellos de botella y se mide utilizando una Gráfica de Flujo Acumulado (Ágil Es - Por Cris Rúa, 9 de septiembre del 2017).

Por último, esta metodología permite realizar reuniones periódicas con el fin de obtener retroalimentación. Estas pueden ser trimestrales, mensuales, quincenales o diarias. Estas pueden ser utilizadas para revisar estrategias, riesgos, planificación, etc.

2.3.2.1.3 DevOps

DevOps es una metodología desarrollada en la primera década del año 2000 cuyo desarrollo fue liderado por Patrick Debois, Gene Kim y John Willis. Así como Ágil, esta metodología surgió en la industria de software a raíz de una disfunción muy seria entre los desarrolladores de software y operaciones. (Buchanan, s.f.).

En ese momento era claro que no había una buena comunicación entre los desarrolladores y operaciones. Los primeros muchas veces desarrollaban algo que en el ambiente operativo generaba muchos problemas. Después de un arduo proceso de implementación, testeó y puesta en marcha, el equipo de operaciones envía su retroalimentación al equipo de desarrollo. Este lapso de tiempo que transcurría para que los desarrolladores recibieran la retroalimentación era en ocasiones muy extenso; haciendo que todo el proceso de desarrollo del software se prolongara. La interacción entre los Desarrolladores y Operaciones tampoco era la más eficiente. (Simplilearn, 2021, s.f.).

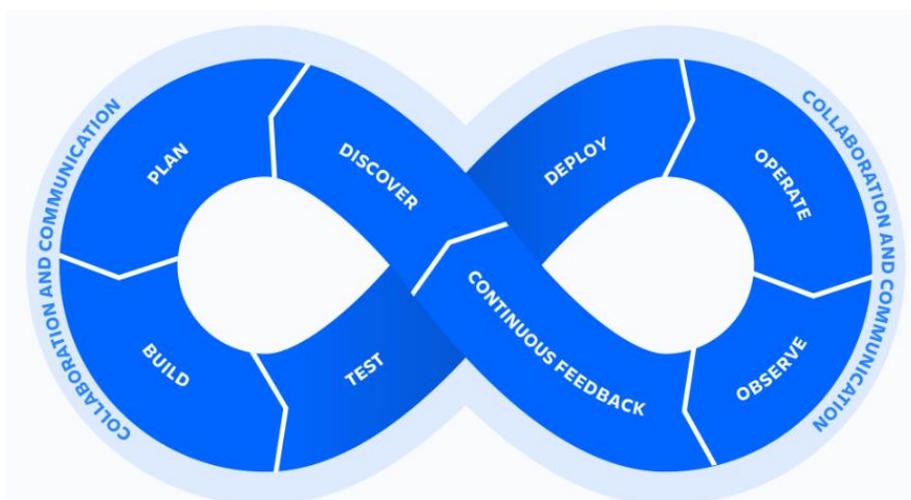
Por esta razón se desarrolló DevOps, que es una metodología que realiza un esfuerzo integrado entre el equipo de Desarrollo y el equipo de Operaciones con el fin de mitigar estas problemáticas. En ocasiones, ambos equipos pueden integrarse en uno solo con integrantes multidisciplinarios. La implementación de esta metodología resulta en un proceso más colaborativo, con retroalimentación continua y más inmediata entre las partes (incluyendo el

cliente), un producto de mayor calidad en un periodo de tiempo mucho más reducido y mejora continua. Es común que los equipos DevOps integren Ágil en su modelo, ya que ambas metodologías van de la mano.

La siguiente figura ilustra el ciclo de vida de DevOps. Su forma de infinito simboliza el proceso de interacción continua. El círculo de la izquierda representa los procesos de Desarrollo (Descubrir, Planificar, Compilar, Probar); mientras que el círculo de la derecha representa los procesos de Operaciones (Desplegar, Operar, Observar y Retroalimentación Continua). Aunque el proceso parezca secuencial, su forma de infinito simboliza la necesidad de una interacción continua y mejora iterativo. (Atlassian, s.f.).

Figura 24

Ciclo de Vida de DevOps



Nota. Adaptado de *What Is DevOps?* [Imagen], por Atlassian, s.f., Atlassian (<https://www.atlassian.com/devops>).

A pesar de que DevOps fue desarrollado y pensado inicialmente para la industria de desarrollo de software, también puede ser aplicado a muchos otros tipos de industrias; tal y como se realiza actualmente con Ágil.

2.3.2.2 Conclusiones y recomendaciones obtenidas

La metodología Lean resulta útil para el desarrollo de esta guía de aplicación ya que permite desarrollar un flujo de valor para el diseño de conectores que tenga la menor cantidad de desperdicios posibles. Mediante los cinco principios de Lean es posible identificar los desperdicios, definir el flujo de valor, reducir o eliminar desperdicios para el flujo de valor sea lo más eficiente posible, interactuar constantemente con el cliente para que este participe en la definición de valor, y desde luego implementar procesos que permitan la mejora continua.

El método Kanban es de gran utilidad ya que es una herramienta que puede ser utilizada para comprender y gestionar de forma visual la carga de trabajo de los integrantes del equipo. En esta guía de aplicación se propuso utilizar reuniones periódicas (diarias o semanales) para que el equipo de ingenieros de aplicaciones, dibujantes y diseñadores de PCBs se reúnan y revisen sus cargas de trabajo. La idea es que los ingenieros de aplicaciones alerten si están experimentando una carga de trabajo excesiva y así quizás otro ingeniero de aplicaciones pueda tomar algunas de sus proyectos si su carga de trabajo se lo permite. En ocasiones, la carga de trabajo de los dibujantes y diseñadores de PCBs alcanza picos. En estos casos la herramienta resulta útil ya que permite comprender cuándo se está generando un cuello de botella, priorizar algunos trabajos sobre otros, y alertar a los clientes cuando el diseño inevitablemente se va a atrasar. Las métricas de tiempo de ciclo, tiempo de respuesta y cuellos de botella también resultan útiles en este aspecto.

Con respecto a DevOps, el ciclo de vida del diseño de un conector no se asemeja al de DevOps; sin embargo, es posible establecer un ciclo de vida en el que los diseñadores no trabajen aislados de operaciones. Sino que soliciten la retroalimentación de los ingenieros de manufactura, proceso y calidad en diferentes etapas para colaborar conjuntamente en un diseño lo más integral y holístico posible. Se debe solicitar retroalimentación por parte de operaciones durante el proceso de diseño al igual que después de que se construyó la primera

orden. De esta forma, se cierra el ciclo de vida de un conector. En ocasiones, durante la etapa del diseño no se identificaron riesgos que luego aparecen durante la etapa de fabricación. Por esto, es importante también capturar retroalimentación en esta última etapa.

2.3.3 Otra teoría relacionada con el tema en estudio

En este apartado se expone sobre otro material teórico relacionado con el tema en estudio, no perteneciente a la investigación bibliográfica preliminar (Anexo 4). Aquí se abarcan temas más técnicos relacionados con conectores, los tipos que existen, sus aplicaciones y se dedica un apartado al tema de la integridad de señal. La integridad de señal es un tema muy importante a considerar cuando se requieren aplicaciones de alta velocidad. En estos casos, si no se realiza el análisis adecuado es posible que la solución brindada no le funcione al cliente. Gran parte de la información aquí brindada es basada en el conocimiento generado por la empresa Samtec, en la cual laboró el autor por seis años.

2.3.3.1 Introducción a conectores electrónicos, aplicaciones y tipos de industrias

Los conectores electrónicos son utilizados en cualquier tipo de industria en donde se requiera interconexión electrónica. Por ejemplo, un conector USB es utilizado en nuestras computadoras para conectar una llave maya. Un conector USB-C es un conector con cable utilizado para cargar celulares con sistema operativo Android. También se utiliza para transmitir datos del celular a una computadora, por ejemplo. También existen los conectores tipo Thunderbolt, para cargar los iPhones. O un conector HDMI para transmitir señales de video de un monitor a una computadora, o de una laptop a una pantalla. Existen muchos tipos de conectores, cualquier aplicación electrónica va a requerir de estos para la transmisión de información o paso de corriente eléctrica. Algunos de estos tienen utilizan un cable, como los conectores HDMI, VGA o los conectores para celular. Otros no requieren de un cable,

simplemente conectan una PCB con otra PCB, como es el caso de una llave maya conectada a una computadora.

Algunos conectores son estándar de industria como el USB, los conectores de video como HDMI y VGA, entre otros. Es decir, muchas empresas los fabrican pero estos se adhieren a un estándar que todas deben cumplir. Otras empresas han desarrollado sus propios conectores, como es el caso del Thunderbolt desarrollado por Apple. Muchas empresas que se dedican al diseño y manufactura de conectores comercializan productos que son estándar de industria y otros que son diseño propio y en ocasiones exclusivo de la empresa.

Entre las industrias que utilizan conectores electrónicos se encuentra la industria 5G, Industrial, Militar, Aeroespacial, Pruebas de Conectividad, Médica, Video, Inteligencia Artificial y Automotriz. La industria 5G se ha vuelto de gran importancia para obtener cada vez velocidades más altas en nuestros celulares e internet. En la industria automotriz se requiere de conectores para manejar todas las partes electrónicas del vehículo. El mercado emergente de vehículos autónomos tampoco está exento. El desarrollo de la inteligencia artificial requiere de transmisión de datos a muy altas velocidades, para ello se necesitan de conectores especialmente diseñados para este propósito. El sector militar suele requerir de conectores que soporten climas adversos con exposición a alto movimiento, vibración, líquidos, polvo y otras partículas. En el ambiente aeroespacial los conectores se someten a temperaturas extremas por debajo de los -40 grados Celsius y al vacío en el espacio. Un ejemplo de sector industrial es cualquier empresa que tenga maquinaria automatizada o semi automatizada para la manufactura de diversos tipos de industrias (médica, alimentaria, entre otros).

2.3.3.2 Tipos de conectores electrónicos

Existen diversos tipos de conectores utilizados para diversas aplicaciones e industrias. Los principales tipos son: Board-to-Board, conectores con cable, conectores ópticos y conectores para radiofrecuencia o RF.

2.3.3.2.1 Conectores Board-to-Board

Este tipo de conectores no tienen cable, se utilizan para conectar una PCB con otra PCB. Dependiendo de las características, algunos son diseñados para la transmisión de datos de alta velocidad, para la transmisión de alto amperaje o voltaje, para entornos de alta vibración o movimiento, entre otros.

Un ejemplo son los conectores Searay, útiles para requerimientos de alta velocidad (12.5 Gbps) o alto amperaje (2.7 Amperios por pin). Con números de parte disponibles de hasta 500 pines, permite transmitir una gran variedad de señales en un espacio muy reducido. Estos conectores son parte de un estándar de industria. La Figura 25 brinda una ilustración:

Figura 25

Conectores Searay, número de parte 459702115, por Molex



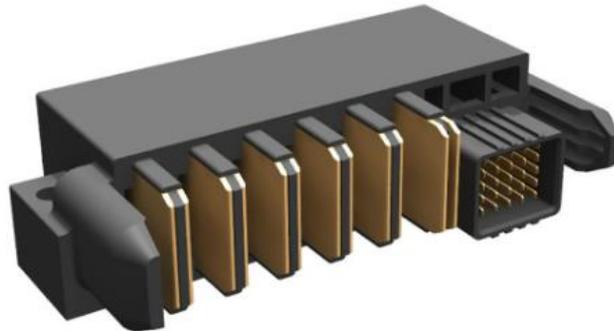
Nota: Adaptado de 1.27mm Pitch, SEARAY Plug, 200 Circuits, 2.00mm Unmated Height, 10 Rows, with Pegs, Solder Charge Lead-Free [Imagen], por Molex, s.f., Molex (<https://www.molex.com/en-us/products/part-detail/459702115>).

Los conectores de la serie EXTreme EnergetiC, de la empresa Molex, son un ejemplo de un conector diseñado específicamente para la transmisión de señales de poder. El número de

parte 1710970001 tiene suficientes pines para transmitir 25 señales más 6 de poder. Los pines de poder soportan hasta 100 amperios por pin.

Figura 26

Conector EXTreme EnergetiC, número de parte 1710970001, por Molex



Nota: Adaptado de EXTreme EnergetiC Right-Angle Plug Assembly, 31 Circuits (25 Signal/6 Power) with Solder Tail and Bolt Mounting [Imagen], por Molex, s.f., Molex (<https://www.molex.com/en-us/products/part-detail/1710970001>).

2.3.3.2.2 Conectores con cable

Este tipo de conectores se caracterizan por utilizar un cable. Permiten transmitir señales a través de largas distancias. Para la transmisión de datos a altas velocidades representa una ventaja ya que enviar los datos a través de una PCB acarrea grandes pérdidas. En cambio, las pérdidas a través de un cable son mucho menores.

Existen conectores que utilizan PCBs en sus extremos. La Figura 27 muestra un ejemplo de los conectores PCIEC, ECDP y ECUE de la empresa Samtec. Al no utilizar un conector en sus extremos, hay menos pérdidas, por lo que suelen transmitir datos a mayores velocidades.

Figura 27

Conectores PCIEC, ECDP y ECUE por Samtec



Nota: Adaptado de *High-Speed Cable Interconnect Solutions Guide*, por Samtec, s.f., Samtec (https://suddendocs.samtec.com/literature/samtec_high_speed_cable_guide.pdf)

Recientemente se han desarrollado también conectores que no utilizan PCBs del todo. El conductor del cable es soldado directamente a los contactos del conector. Esto reduce aún más las pérdidas, por lo que suelen ser los conectores con cable más veloces en toda la industria. Pertenecen a una gama de productos con tecnología altamente innovadora. La siguiente figura muestra el conector Accelerate Mini de Samtec. Diseñado para transmitir solo uno o dos pares diferenciales. Capaz de alcanzar velocidades de hasta 56 Gbps a un metro de distancia.

Figura 28

Conector Accelerate Mini de Samtec



Nota: Adaptado de *High-Speed Cable Interconnect Solutions Guide*, por Samtec, s.f., Samtec (https://suddendocs.samtec.com/literature/samtec_high_speed_cable_guide.pdf)

2.3.3.2.3 Conectores de radiofrecuencia

Este tipo de conectores generalmente son utilizados en aplicaciones de video. Por ejemplo, los conectores con cable coaxial que se enroscan detrás del televisor. Pero también suelen utilizarse para aplicaciones de internet inalámbrico. Por ejemplo, estos mismos cables coaxiales se conectan en el módem del proveedor de internet. A continuación, se muestra un conector SMA del proveedor Amphenol. Este tipo de conector es parte de un estándar de industria. Los conectores RF alcanzan velocidades más altas que los conectores con cable mencionados en el apartado anterior. En este caso en particular, alcanza una frecuencia de 34 GHz o 68 Gbps.

Figura 29

Conector SMA, de Amphenol



Nota: Adaptado de *SMA Connectors*, por Amphenol, s.f., Amphenol

(<https://www.amphenolrf.com/rf-connectors/sma-connectors.html>)

2.3.3.2.4 Conectores de fibra óptica

Al utilizar fibra óptica, estos conectores son los más rápidos del mundo. Esto es porque la fibra óptica es muchísimo más eficiente que transmitir datos por un cable de cobre. Se utilizan en aplicaciones de telecomunicaciones, redes móviles, centros de datos, servidores, entre otros. La Figura 30 ilustra un ejemplo de un conector 100G CFP de la empresa Amphenol. Este conector tiene un alcance desde hasta 40 km y es capaz de soportar velocidades de hasta 125 Gbps.

Figura 30

Conector 100G CFP, de Amphenol



Nota: Adaptado de *100G CFP Transceivers*, por Amphenol, s.f., Amphenol (<https://www.amphenol-cs.com/product-series/cfp-100g-transceivers.html#>)

2.3.3.3 Integridad de Señal

La integridad de señal no es un tema novedoso; sin embargo, se ha vuelto de gran importancia en años recientes, particularmente por la necesidad de transmitir señales a cada vez mayores velocidades. Cuando se transmiten señales a altas velocidades, en el rango de los Gigabits por segundo (Gbps), la integridad de señal se vuelve de gran relevancia.

La integridad de señal comprende una gran variedad de disciplinas y teorías en los campos de la física y la electrónica. Pero para simplificar, puede ser comprendida como la disciplina que estudia la forma de mejorar la comunicación de una señal cuando es transmitida del punto A al punto B (o de transmisor a receptor). A altas velocidades, ocurren varios fenómenos que pueden distorsionar este mensaje, de manera que no llega íntegramente al receptor. (Samteclnc, 6 de junio del 2023, 0m25s).

Por ejemplo, al transmitir una señal a través de un medio siempre se disipa una cantidad de energía. El medio puede ser las pistas de cobre de una PCB (incluyendo el dieléctrico en estas), el conductor de un cable, fibra de vidrio, entre otros. Esta energía se

disipa en forma de calor. Este fenómeno se conoce como Insertion Loss (IL) y se mide en decibeles (dB). Una analogía podría ser la siguiente: imagínese un locutor que está dando un discurso a grupo de oyentes en una sala. Cuando el locutor habla, una gran cantidad de energía se disipa en el medio compuesto por aire. Por esta razón, los oyentes que están al puro fondo de la sala probablemente lo escuchan con una voz mucho más baja que si estuvieran en la primera fila. (SamtecInc, 14 de junio del 2023, 1m06s).

Existe otra variable denominada Return Loss (RL). Es similar al IL, pero se relaciona con cuánta energía se refleja de vuelta al transmisor una vez que el receptor ha recibido la señal. El reflejo de una señal es, en esencia, energía que se devuelve al transmisor y también constituye una pérdida puesto que el receptor no recibió el total de la energía transmitida. Un ejemplo hipotético podría ser el siguiente. Imagínese un escenario en el cual un transmisor se comunica con un receptor. Pero el transmisor se encuentra dentro de un vehículo con las ventanas cerradas. Cuando el transmisor habla, una gran cantidad de energía se refleja devuelta debido al vidrio y el entorno cerrado dentro del vehículo. Por esta razón, el receptor no puede escuchar claramente al transmisor, y este debe hablar más fuerte para que el otro logre escuchar. (SamtecInc, 29 de junio del 2023, 0m05s).

En el Signal Integrity Handbook de Samtec (2023) se menciona que también las señales aledañas generan ruido que afecta la integridad de la señal, generando pérdidas. Esto se conoce como Crosstalk. Existen dos tipos de Crosstalk, Near End Crosstalk (NEXT) y Far End Crosstalk (FEXT). El primero ocurre cuando los transmisores de otras señales aledañas generan ruido en un receptor. Es decir, el receptor recibe energía de los transmisores aledaños. FEXT es cuánto ruido generan los transmisores aledaños sobre otro transmisor. Ambos factores afectan la integridad de la señal, es decir, la calidad de la comunicación de un transmisor a un receptor. Son factores que deben ser tomados en cuenta.

Existen muchos otros factores que afectan la integridad de señal de un conector o un sistema. Aquí sólo se abarcan los principales y más conocidos. Por ejemplo, la interferencia electromagnética también puede ser un factor a considerar. Los dispositivos electrónicos aledaños también generan ruido electromagnético que podría o no ser despreciable dependiendo de los requerimientos del cliente. Para aplicaciones militares, casi siempre se requiere mitigar estos efectos. Para esto, se utilizan conectores con cobertores metálicos en sus extremos y cable coaxial para reducir los efectos.

3 Marco metodológico

A continuación, se elabora el Marco Metodológico, el cual resume los métodos de investigación utilizados para resolver cada uno de los objetivos planteados. Explica las herramientas utilizadas en cada caso, los supuestos, restricciones y entregables del proyecto. Al igual que menciona las fuentes de información que se investigaron para llevar a cabo toda la investigación y desarrollo.

Antes de ejecutar cualquier proyecto es importante formular con detenimiento un marco metodológico. Ya que este permite plantear con detalle qué métodos y herramientas se van a emplear para resolver los problemas del proyecto. En cierta forma, constituye un mapa a seguir para llegar a cada uno de los entregables y evitar que el investigador se pierda en el proceso. Al establecer supuestos y restricciones, se delimita el alcance de cada uno de los objetivos planteados.

3.1 Fuentes de información

Las fuentes de información son la data a partir de la cual se lleva a cabo la investigación de un proyecto. Todo proyecto requiere de información para poder llevarlo a cabo. La información puede ser de diversos tipos, pero generalmente es catalogada como fuentes primarias y secundarias. A continuación, se brinda una breve explicación sobre en qué consisten las diferentes fuentes de información y cuáles fueron las que se utilizaron para el desarrollo de este proyecto.

3.1.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias son aquellas que generan nuevo conocimiento sobre el tema de interés. Pueden ser entrevistas, encuestas, testimonios sobre un evento ocurrido, libros, artículos científicos, conferencias, patentes, grabaciones, obras de arte, etc. Debe ser información original, de primera mano sobre algo que no ha sido documentado anteriormente.

Lo importante es que no haya sido filtrada por la interpretación o evaluación de los demás. Por ejemplo, si un biólogo descubre una nueva especie planta y la documenta en un libro, esa fuente se convierte en primaria. Ya que es información de primera mano que está generando nuevo conocimiento. Otro ejemplo podría ser una tesis doctoral, en la que un físico desarrolla una nueva teoría sobre los agujeros negros. (Técnicas de Investigación, 2020).

Para el presente estudio no se utilizaron fuentes primarias, ya que ninguna de las fuentes utilizadas provienen de fuentes de primera mano que estén aportando nuevo conocimiento acerca del proceso de diseño de conectores.

3.1.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias son fuentes de personas que no tuvieron una experiencia directa con el tema de investigado. Más bien son la interpretación, análisis o comentario de otras personas sobre alguna fuente primaria. En una investigación, la gran mayoría de las fuentes citadas suelen ser secundarias. Por ejemplo, la investigación, análisis o evaluación del descubrimiento de otros investigadores.

Las fuentes secundarias facilitan la comunicación sobre lo que se conoce sobre un tema. Además, permiten comprender el grado de incertidumbre que podría existir sobre un tema en particular y qué información adicional podría requerirse para avanzar sobre el tema investigado. Algunos ejemplos de fuentes secundarias pueden ser libros, biografías, artículos científicos, revistas, periódicos, páginas web, diccionarios o enciclopedias. (University of Southern California, s.f.).

En el presente proyecto se utilizaron únicamente fuentes secundarias. Se investigaron fuentes que elaboren sobre en qué consisten las metodologías Waterfall, Lean, Kanban y DevOps. También se basó en la información técnica sobre conectores brindada por las empresas Samtec, Amphenol, Molex y TE Connectivity en sus páginas web. Los seis años de

experiencia del autor de este trabajo en la empresa Samtec como diseñar de conectores también constituyen una fuente secundaria. Se aclara nuevamente que el autor ya no labora para dicha empresa. Por lo que no fue posible utilizar documentos corporativos de la empresa como fuentes primarias o secundarias de información.

En la Tabla 2, se muestran las fuentes utilizadas para cumplir con cada uno de los objetivos específicos del proyecto.

Tabla 2

Fuentes de Información Utilizadas

Objetivos	Fuentes de Información	
	Primarias	Secundarias
1. Determinar las características de Waterfall, Lean, Kanban y DevOps, que podrían incorporarse a la metodología híbrida de gestión de proyectos propuesta, con el fin de generar una metodología que implemente lo mejor de ellas.	No se utilizaron fuentes primarias en este proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • (Atlassian, s.f.). Artículo web: “What is DevOps?”. • (Lledó, 2020). Libro: “Profesional Ágil. Apuntes para la certificación PMI-ACP®”. • (Lledó, 2017). Libro: “Administración de Proyectos. El ABC para un Director de Proyectos exitoso”. • (Lledó, 2013). Libro: “<i>Gestión Lean y Ágil de proyectos</i>”. • (PMI, 2021). El Estándar para la Dirección de Proyectos y Guía del PMBOK, 7ma Ed. • (PMI, 2017). Guía del PMBOK, 6ta Ed. • (PMI, 2017). Guía Práctica de Ágil. • (Ágil Es - Por Cris Rúa, 27 de agosto del 2017). Video en YouTube sobre el método Kanban. • (Ágil Es - Por Cris Rúa, 9 de septiembre del 2017). Video en

Objetivos	Fuentes de Información	
	Primarias	Secundarias
		<p>YouTube sobre cómo usar el Diagrama de Flujo Acumulado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Simplilearn, 2021). Artículo web sobre DevOps. • Páginas oficiales de Samtec, TE Connectivity, Molex y Amphenol.
2. Investigar las diferentes guías de aplicación existentes para proyectos híbridos que utilizan Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps con el fin de determinar si alguna de estas puede ser utilizada en el diseño de conectores.	No se utilizaron fuentes primarias en este proyecto.	Ver fuentes secundarias del Objetivo 1.
3. Determinar en qué condiciones es beneficioso aplicar esta metodología híbrida en el diseño de conectores electrónicos para establecer las condiciones requeridas en el proceso.	No se utilizaron fuentes primarias en este proyecto.	Ver fuentes secundarias del Objetivo 1.
4. Realizar una guía de aplicación de proyectos híbridos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps con base en el análisis del material recopilado para que pueda ser utilizada en el diseño de conectores electrónicos.	No se utilizaron fuentes primarias en este proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • La experiencia del autor: 6 años de experiencia como diseñador de conectores electrónicos. • Ver fuentes secundarias del Objetivo 1.

Nota: La Tabla 2 muestra las fuentes de información utilizadas, en correspondencia con cada objetivo, y según sean primarias o secundarias. Autoría propia.

3.2 Métodos de Investigación

Para llevar a cabo un proyecto o investigación es necesario primeramente elegir el método de investigación que se va a emplear para resolver el problema o confirmar una teoría. Existen diversos tipos de métodos de investigación, cada uno ha de elegirse dependiendo del tema en estudio y el tipo de datos (cuantitativos, cualitativos o mixtos) que se van a estudiar. Cada método contiene un grupo de herramientas y técnicas que permiten obtener datos de manera confiable y analizable. (Maite, 2021).

Para el desarrollo de este proyecto se emplearon tres métodos: analítico-sintético, inductivo y comparativo. Cada uno de estos fue utilizado para desarrollar uno o más objetivos. A continuación, se elabora cada uno de estos métodos en detalle.

3.2.1 Método analítico-sintético

Este método es una combinación entre el método analítico y el sintético. Es comúnmente utilizado en el ámbito de la investigación científica. Primeramente, el método analítico consiste en desmenuzar el problema en elementos más pequeños hasta llegar a sus partes constituyentes. Posteriormente, se lleva a cabo un análisis exhaustivo para comprender la naturaleza de cada uno de sus componentes, sus características, y cómo se relacionan e interactúan con las otras partes. Una vez llevado a cabo este proceso de descomposición del problema, se procede a sintetizarlo. De ahí el nombre de método sintético. Es decir, se lleva a cabo un proceso de reconstrucción que permite arribar a un nuevo nivel de comprensión del problema a partir del análisis de todas sus partes. (Rodríguez y Pérez, 2017, p. 182).

Para el presente proyecto se emplea este método para descomponer el método predictivo con el que se realizan proyectos en la empresa Samtec. Luego se procede a analizar cada una de las etapas, cómo se llevan a cabo y qué oportunidades de mejora existen. Este mismo procedimiento se lleva a cabo para las metodologías Lean, Kanban y DevOps. Por

último, se procede a sintetizar todos estos elementos para arribar a un método de gestión de proyectos optimizado que permita llevar a cabo el proceso de diseño de conectores de la mejor manera posible.

3.2.2 Método inductivo

Este método fue desarrollado por Francis Bacon (1561 – 1626) y también es comúnmente aplicado en el marco de la investigación científica. El procedimiento consiste en observar el comportamiento de casos particulares para así sacar deducciones sobre el comportamiento de la población en general. Se basa en analizar lo que tienen en común los datos particulares para llegar a conclusiones sobre las características y aspectos de la población completa. Básicamente, permite llegar a un entendimiento más generalizado a partir de las diferentes partes de un problema. (Rodríguez y Pérez, 2017, p. 183).

Dicho método fue empleado para analizar las metodologías Lean, Kanban y DevOps y establecer las similitudes que existen entre ellas. Analizando los elementos que tienen en común, se determina la forma idónea de incorporarlas en el esquema predictivo que emplea Samtec para el diseño personalizado de conectores.

3.2.3 Método comparativo

Este método es empleado para comparar los diferentes elementos que componen un problema y determinar qué características los diferencian entre sí. A diferencia del método inductivo, su enfoque principal no es en las similitudes sino en las diferencias. Consiste en realizar comparaciones de forma sistematizada entre dos o más elementos para comprender cómo se relacionan. Mediante el análisis, es posible verificar teorías o hipótesis; al igual que formular nuevas teorías o hipótesis. Las etapas de este método son: detección del problema, construcción del marco conceptual, elegir el aspecto a investigar, selección de la muestra, análisis de la muestra y conclusiones. (Maite, 2022).

El método comparativo resultó útil para la presente investigación ya que permitió determinar las diferencias que existen entre las metodologías Lean, Kanban, DevOps y el método predictivo empleado en Samtec para la administración de proyectos. Al establecer las diferencias, es posible comprender qué elementos se pueden incorporar de los otros métodos de manera que todos estos se complementen en sus deficiencias. De esta forma, se desarrolló una metodología híbrida de diseño de conectores que toma lo mejor de cada método y se elaboró una guía que puede ser implementada por cualquier empresa.

En la siguiente tabla se expone un resumen de las metodologías empleadas para cada uno de los objetivos específicos del proyecto. Se aclara cuáles se utilizaron en cada caso y de qué forma fueron empleadas para desarrollar el objetivo.

Tabla 3

Métodos de Investigación Utilizados

Objetivos	Métodos de Investigación		
	Método analítico-sintético	Método inductivo	Método comparativo
1. Determinar las características de Waterfall, Lean, Kanban y DevOps, que podrían incorporarse a la metodología híbrida de gestión de proyectos propuesta, con el fin de generar una metodología que implemente lo mejor de ellas.	Este método no fue empleado para el desarrollo de este objetivo.	Se empleó este método para determinar las similitudes entre las metodologías Lean, Kanban, DevOps y el método predictivo utilizado en Samtec.	Se empleó este método para determinar las diferencias entre las metodologías Lean, Kanban, DevOps y el método predictivo utilizado en Samtec.
2. Investigar las diferentes guías de aplicación existentes para proyectos híbridos que utilizan Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps con el fin de determinar si alguna de estas puede ser utilizada en el diseño de conectores.	Este método fue utilizado para descomponer otras metodologías híbridas existentes y luego sintetizarlas para determinar qué	Este método no fue empleado para el desarrollo de este objetivo.	Este método no fue empleado para el desarrollo de este objetivo.

Objetivos	Métodos de Investigación		
	Método analítico-sintético	Método inductivo	Método comparativo
	elementos de estas pueden ser incorporadas para el desarrollo de una metodología para el diseño de conectores.		
3. Determinar en qué condiciones es beneficioso aplicar esta metodología híbrida en el diseño de conectores electrónicos para establecer las condiciones requeridas en el proceso.	El proceso de descomposición y reconstrucción permitió determinar las condiciones necesarias para emplear esta metodología híbrida en el diseño de conectores.	Este método no fue empleado para el desarrollo de este objetivo.	Este método no fue empleado para el desarrollo de este objetivo.
4. Realizar una guía de aplicación de proyectos híbridos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps con base en el análisis del material recopilado para que pueda ser utilizada en el diseño de conectores electrónicos.	El proceso de descomposición y reconstrucción permitió desarrollar una guía de administración de proyectos híbridos empleando Waterfall, Lean, Kanban Y DevOps.	Se empleó este método para determinar las similitudes entre las metodologías Lean, Kanban y DevOps para luego poder incorporarlas en el método predictivo utilizado en Samtec.	Se empleó este método para determinar las diferencias entre las metodologías Lean, Kanban, DevOps y el método predictivo utilizado en Samtec para hallar sus complementos y poder desarrollar una guía de administración de proyectos híbrida optimizada para el diseño de conectores.

Nota: La Tabla 3 muestra los métodos de investigación utilizados, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.3 Herramientas

El PMI (2017) en su PMBOK, sexta edición, menciona un total de 135 técnicas y herramientas y las agrupa en siete categorías: técnicas de recopilación de datos, técnicas de análisis de datos, técnicas de representación de datos, técnicas para la toma de decisiones, habilidades de comunicación, habilidades interpersonales y de equipo, y técnicas y herramientas no agrupadas (p. 686). Todas estas son técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas para la administración de proyectos.

Para el desarrollo de los objetivos del presente proyecto se utilizaron cuatro herramientas, las cuales se desglosan en la Tabla 3. Tres de estas son mencionadas en el PMBOK, las cuales son: estudios comparativos, mapas mentales y juicio de expertos. La investigación bibliográfica no se menciona en el PMBOK, sin embargo fue necesario para recopilar información y analizar las metodologías Waterfall, Lean, Kanban y DevOps.

El PMBOK explica lo siguiente sobre los estudios comparativos:

Los estudios comparativos implican cotejar los productos, procesos y prácticas reales o planificados, con los de aquellas organizaciones comparables a fin de identificar las mejores prácticas, generar ideas de mejora y proporcionar una base para medir el desempeño. Las organizaciones que se comparan en el transcurso de los estudios comparativos pueden ser internas o externas. (PMI, 2017, p. 143).

Para el caso de este proyecto, los estudios comparativos fueron utilizados para realizar una comparación entre las diferentes metodologías: Waterfall, Lean, Kanban y DevOps.

Los mapas mentales también fueron de gran ayuda para esclarecer la similitudes y diferencias entre dichas metodologías; al igual que las metodologías híbridas existentes.

El juicio de expertos en este caso se refiere a la experiencia y conocimiento previos del autor de este trabajo. El mismo cuenta con 6 años de experiencia en el diseño personalizado de conectores electrónicos para la empresa Samtec.

Tabla 4*Herramientas Utilizadas*

Objetivos	Herramientas
1. Determinar las características de Waterfall, Lean, Kanban y DevOps, que podrían incorporarse a la metodología híbrida de gestión de proyectos propuesta, con el fin de generar una metodología que implemente lo mejor de ellas.	Investigación Bibliográfica Estudios Comparativos Mapas Mentales
2. Investigar las diferentes guías de aplicación existentes para proyectos híbridos que utilizan Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps con el fin de determinar si alguna de estas puede ser utilizada en el diseño de conectores.	Investigación Bibliográfica Estudios Comparativos Mapas Mentales
3. Determinar en qué condiciones es beneficioso aplicar esta metodología híbrida en el diseño de conectores electrónicos para establecer las condiciones requeridas en el proceso.	Investigación Bibliográfica Juicio de Expertos Mapas Mentales
4. Realizar una guía de aplicación de proyectos híbridos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps con base en el análisis del material recopilado para que pueda ser utilizada en el diseño de conectores electrónicos.	Investigación Bibliográfica Juicio de Expertos

Nota: La Tabla 4 muestra las herramientas utilizadas, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.4 Supuestos y restricciones

El Project Management Institute en su PMBoK, sexta edición, define una restricción como un “Factor limitante que afecta la ejecución de un proyecto, programa, portafolio o proceso”. (PMI, 2017, p.723). Además, define un supuesto como un “Factor del proceso de planificación que se considera verdadero, real o cierto, sin prueba ni demostración” (PMI, 2017, p.725). El análisis de supuestos y restricciones normalmente es utilizado en el proceso de

gestión de riesgos para identificar, mitigar o eliminar riesgos. Al igual que para identificar y explotar oportunidades (PMI, 2017, p. 415). Lledó (2017) menciona que, en el Plan de Gestión de los Interesados, se debe “adaptar la estrategia de involucramiento de los interesados en función de los supuestos y restricciones del proyecto” (p. 438). También es empleado en la elaboración del acta del proyecto ya que permiten delimitar el alcance del proyecto durante las etapas iniciales. Un paso importante durante la definición del alcance es analizar si los supuestos y restricciones son válidos antes de arrancar con cualquier proyecto (Lledó, 2017).

De forma similar, en el desarrollo de este proyecto se llevó a cabo un análisis de supuestos y restricciones para el desarrollo de cada uno de los objetivos específicos. La siguiente tabla muestra el análisis realizado.

Tabla 5

Supuestos y restricciones

Objetivos	Supuestos	Restricciones
1. Determinar las características de Waterfall, Lean, Kanban y DevOps, que podrían incorporarse a la metodología híbrida de gestión de proyectos propuesta, con el fin de generar una metodología que implemente lo mejor de ellas.	<ul style="list-style-type: none"> • Existe suficiente información libre. No es necesario pagar membresías, certificaciones o libros para acceder a esta información. • No es necesario realizar encuentros presenciales con especialistas (entrevistas, foros o focus group) ni giras para acceder a toda la información requerida. • El tiempo del investigador para el PFG es de al menos 15 horas por semana durante el tiempo de tutoría. 	<ul style="list-style-type: none"> • El informe de características se restringe únicamente a las metodologías Waterfall, Lean, Kanban y DevOps. • El tiempo máximo para terminar la PFG es de 20 semanas: del 29 de agosto del 2023 al 11 de marzo del 2024.
2. Investigar las diferentes guías de aplicación existentes para proyectos híbridos que utilizan Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps con el fin de determinar si alguna de estas puede ser utilizada en el diseño de conectores.	<ul style="list-style-type: none"> • Existe suficiente información libre. No es necesario pagar membresías, certificaciones o libros para acceder a esta información. • No es necesario realizar encuentros presenciales con especialistas (entrevistas, foros o focus group) ni giras 	<ul style="list-style-type: none"> • El informe de guías de aplicación existentes se restringe únicamente a las metodologías Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps. • El tiempo máximo para terminar la PFG es de 20 semanas: del 29 de

Objetivos	Supuestos	Restricciones
<p>3. Determinar en qué condiciones es beneficioso aplicar esta metodología híbrida en el diseño de conectores electrónicos para establecer las condiciones requeridas en el proceso.</p>	<p>para acceder a toda la información requerida.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El tiempo del investigador para el PFG es de al menos 15 horas por semana durante el tiempo de tutoría. • Es posible establecer una serie de condiciones y requerimientos bajo los cuales aplicar esta guía de administración de proyectos. • El tiempo del investigador para el PFG es de al menos 15 horas por semana durante el tiempo de tutoría. 	<p>agosto del 2023 al 11 de marzo del 2024.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El informe de requisitos y condiciones se restringe únicamente a las metodologías Waterfall, Lean, Kanban y DevOps. • El tiempo máximo para terminar la PFG es de 20 semanas: del 29 de agosto del 2023 al 11 de marzo del 2024.
<p>4. Realizar una guía de aplicación de proyectos híbridos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps con base en el análisis del material recopilado para que pueda ser utilizada en el diseño de conectores electrónicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es posible crear una guía de administración de proyectos para el diseño de conectores electrónicos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps. 	<ul style="list-style-type: none"> • La guía de aplicación se restringe únicamente a las metodologías Waterfall, Lean, Kanban y DevOps. • El tiempo máximo para terminar la PFG es de 20 semanas: del 29 de agosto del 2023 al 11 de marzo del 2024. • El autor no cuenta con acceso a información de la empresa en la que diseñaba conectores electrónicos; ya que actualmente no labora para esta. • Los 6 años de experiencia que posee el autor sobre el diseño de conectores electrónicos proviene únicamente de la empresa para la que laboraba. • La propuesta de guía de aplicación de métodos híbridos representa una versión mejorada del modelo que empleaba la empresa para la que laboraba el autor.

Nota: La Tabla 5 muestra supuestos y restricciones utilizadas en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.5 Entregables

EL PMI (2017) define un entregable como “Cualquier producto, resultado o capacidad único y verificable para ejecutar un servicio que se debe producir para completar un proceso, una fase o un proyecto.” (p. 708).

En este apartado se desglosan los entregables finales del proyecto. Para cualquier proyecto o investigación es importante determinar con detenimiento cuáles van a ser los entregables. Estos surgen del análisis de las fuentes de información, el método de investigación implementado, y dependen de los supuestos y restricciones del proyecto. Cada objetivo específico debe arrojar al menos un entregable que contribuya a la solución de la problemática del proyecto.

En la Tabla 6 se muestran los entregables del proyecto para cada uno de los objetivos planteados.

Tabla 6

Entregables del proyecto

Objetivos	Entregables
1. Determinar las características de Waterfall, Lean, Kanban y DevOps, que podrían incorporarse a la metodología híbrida de gestión de proyectos propuesta, con el fin de generar una metodología que implemente lo mejor de ellas.	Informe de características entre Waterfall, Lean, Kanban y DevOps.
2. Investigar las diferentes guías de aplicación existentes para proyectos híbridos que utilizan Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps con el fin de determinar si alguna de estas puede ser utilizada en el diseño de conectores.	Informe de guías de aplicación existentes para proyectos híbridos que utilizan Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps.

Objetivos	Entregables
3. Determinar en qué condiciones es beneficioso aplicar esta metodología híbrida en el diseño de conectores electrónicos para establecer las condiciones requeridas en el proceso.	Informe de requisitos y condiciones para la implementación de esta guía de aplicación.
4. Realizar una guía de aplicación de proyectos híbridos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps con base en el análisis del material recopilado para que pueda ser utilizada en el diseño de conectores electrónicos.	Guía de aplicación de proyectos híbridos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps

Nota: La Tabla 6 muestra los entregables del proyecto, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

4 Desarrollo

En este apartado se realizó un análisis y desarrollo de cada uno de los objetivos específicos planteados en la sección 1.5. El desarrollo de cada uno de los cuatro objetivos específicos permitió llegar al desarrollo del objetivo general del presente proyecto.

4.1 Características de Waterfall, Lean, Kanban y DevOps, que podrían incorporarse a la metodología híbrida de gestión de proyectos propuesta, con el fin de generar una metodología que implemente lo mejor de ellas

Con base en el Marco Teórico y la investigación bibliográfica realizada, se elaboró la Tabla 7 la cual muestra los elementos de los métodos predictivo, Lean, Kanban y DevOps que fueron utilizados para la guía de administración de proyectos para el diseño de conectores. Estos fueron los elementos que brindaron el mayor beneficio en tres aristas: generación de valor, trabajo en equipo y relación con el cliente. La primera fila analiza los aportes de cada una de estas metodologías relativo a la generación de valor; la segunda columna muestra cómo contribuyen al trabajo en equipo; mientras que la tercera fila lo hace para la relación con el cliente.

Tabla 7

Elementos para implementar de las metodologías Predictiva, Lean, Kanban y DevOps

Aportes	Predictivo	Lean	Kanban	DevOps
Generación de valor	Mediante el control del alcance del diseño, es posible controlar el costo y tiempo del proyecto. El alcance es controlado por medio de la cotización y SOW en la etapa de inicio/planificación. Metodología de gestión de proyectos adaptada basada en los cinco grupos de procesos: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre.	Idear un flujo de proceso con el mínimo de desperdicios posibles.	Utilizar un tablero Kanban que permita detectar cuellos de botella durante la etapa de diseño.	Brinda un marco conceptual para la integración entre los equipos de diseño y manufactura.
Trabajo en equipo	Herramientas como la Estructura de Desglose de Recursos, Matriz RACI y Matriz de Gestión de las Comunicaciones.	Facilita el trabajo entre los integrantes de los departamentos de diseño y manufactura al optimizar el flujo de proceso del diseño con la reducción de desperdicios.	Permite monitorear y regular las cargas de trabajo de los dibujantes y diseñadores de PCBs; al igual que indicarles cuáles diseños priorizar. Emplea reuniones periódicas para revisión del tablero.	Brinda un marco para la generación de un diseño holístico que sea sencillo de manufacturar, más fácil de interpretar por parte de los operarios, sin atrasos en la línea de producción y con menos defectos de calidad.
Relación con el cliente	Claridad en la comunicación con el cliente: el alcance del proyecto se define en la etapa de inicio/planificación por medio de la cotización y SOW. Claridad en la comunicación con el cliente: en la etapa de cierre, el cliente brinda aprobación final sobre el diseño por medio de la aprobación del plano de diseño y firma.	Permite entregar el máximo valor posible al cliente por medio de un flujo de proceso con un mínimo de desperdicios. Evitando atrasos en el tiempo de diseño y mejorando la	Evita atrasos en el proceso de diseño ya que permite detectar cuellos de botella dentro del equipo de diseño. Esto se traduce en un cumplimiento en los	Mejora la relación con clientes internos (manufactura) al realizar diseños que son amigables con los procesos y equipos existentes. Permite recibir retroalimentación por parte de manufactura, una vez

Aportes	Predictivo	Lean	Kanban	DevOps
		calidad del producto.	tiempos de entrega del producto o entregas tempranas.	construida la primera orden. Mejora la relación con el cliente externo al enviar producto sin atrasos y menores defectos de calidad.

Nota: La Tabla 7 muestra los elementos de cada una de las metodologías a utilizar con base en la investigación bibliográfica. Autoría propia.

En cuanto al método Predictivo, para la generación de valor se utilizaron los cinco grupos de procesos: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre. Sin embargo, para el caso específico de diseño de conectores, los grupos de inicio y planificación se combinan en uno solo. Lo mismo ocurre con los grupos de ejecución y monitoreo y control. El método Predictivo también indica que es posible controlar el costo y tiempo del proyecto cuando se controla o define claramente el alcance. En este caso, el alcance se controla por medio de la cotización y SOW (Declaración de Trabajo). En la sección 4.4.2 se brindan más detalles y se muestra una propuesta de SOW en el Anexo 5. En cuanto al trabajo en equipo se utilizaron herramientas como la Estructura Detallada de Recursos (EDR), la Matriz RACI y una Matriz de Gestión de las Comunicaciones. Estas herramientas permiten definir claramente los recursos requeridos, sus roles y responsabilidades en el proceso de diseño, y estandarizar la forma en la que se deben realizar las comunicaciones en cada paso del diseño. Mientras que, para la relación con el cliente, se estableció claridad en la comunicación con el cliente por medio de la cotización detallada y SOW en la etapa de inicio/planificación, de la misma forma durante la etapa de cierre cuando se le envía un plano detallado del diseño el cual requiere su firma para la aprobación final.

Con respecto a Lean, este método generó valor al establecer un flujo de proceso con el mínimo de desperdicios posibles. Esto a su vez facilita el trabajo en equipo; tanto para los diseñadores como para el equipo de manufactura. También mejora la relación con el cliente, ya que se reducen los tiempos de diseño y se entrega un producto con la menor cantidad de defectos de calidad posibles.

En cuanto a Kanban, la generación de valor se hace por medio de un tablero Kanban que permite visualizar el momento en que se generan cuellos de botella dentro del equipo de diseño. De esta forma, el equipo puede actuar a tiempo para agilizar el proceso y no afectar los tiempos de diseño de cada proyecto. Kanban establece el uso de reuniones periódicas para revisar dicho tablero en equipo. Por consiguiente, se definió una periodicidad diaria o menor de las reuniones si la carga de trabajo es baja en el departamento de diseño. El uso de métricas como tiempo de ciclo, tiempo de espera y gráfica de cuellos de botella son herramientas que brindan beneficio tanto para el equipo de diseño como para el cliente.

Por último, con DevOps se obtuvo un marco de conceptual que permite entregar un producto holístico, con menores defectos de calidad y mejor tiempo de entrega. Esto se logra integrando al equipo de manufactura en distintas etapas del proceso de diseño con el fin de obtener su retroalimentación y diseñar un producto que sea más sencillo de fabricar. Adicional a esto, una vez fabricada la primera orden, el equipo de manufactura debe retroalimentar a los diseñadores brindando un resumen sobre los defectos (si los hay) encontrados en la orden. De esta forma, si los problemas de calidad son relacionados con el diseño, el mismo se actualiza para mejorar en caso de futuras órdenes. Así, se implementa un flujo de proceso similar a DevOps en el cual operaciones retroalimenta al equipo de desarrollo en pro de la mejora continua. Los detalles se brindan en la sección 4.4.4.

4.2 Análisis de diferentes guías de aplicación existentes para proyectos híbridos que utilizan Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps con el fin de determinar si alguna de estas puede ser utilizada en el diseño de conectores.

Para el desarrollo de este objetivo no se encontraron proyectos en los que se empleara una metodología híbrida, específicamente para el diseño de conectores electrónicos. Tampoco se encontraron trabajos en los que se empleara DevOps. Sin embargo, sí se encontraron proyectos en los que se emplearon Waterfall, Lean y/o Kanban en diferentes tipos de industrias. A continuación, se brinda un análisis de cada uno de estos casos y cómo podría emplearse de manera similar alguna de estas metodologías para el diseño de conectores.

4.2.1 Modelo Híbrido de Gestión de Proyectos para Agencias de Mercadeo

Gil y Orozco (2021) realizaron una tesis de maestría en gerencia de proyectos. En dicho trabajo, se desarrolló una metodología híbrida para la gestión de proyectos para la agencia de mercadeo WE GO Agency en Colombia. Dicha agencia realizaba un plan de mercadeo digital para diversos clientes. El plan de mercadeo podía consistir en creación y gestión de páginas web, servicios de consultoría, publicidad, branding, posicionamiento en el tope de los motores de búsqueda, creación y manejo en redes sociales, entre otros. Cada uno de estos planes de mercadeo es tratado como un proyecto. Los autores consideraron que la agencia no estaba siendo lo suficientemente ágil para afrontar los constantes cambios y solicitudes de los clientes; teniendo que sacrificar en ocasiones la rentabilidad del proyecto, los objetivos del negocio y la estructura organizacional en pro de poder completar el trabajo. A través de su análisis, Gil y Orozco determinaron que una combinación de Extreme Programming, Scrum, Waterfall, Kanban, Design Thinking y Design Sprint era la combinación ideal. El resultado final de esta tesis es un método híbrido aplicable para cualquier agencia de mercadeo digital.

Según el diagnóstico de los autores, la empresa colombiana enfrenta muchos retos debido al método de gestión de proyectos que siguen y la naturaleza del trabajo realizado. WE GO Agency no recibe el pago de sus clientes hasta que el trabajo esté completamente finalizado (Gil y Orozco, 2021, p. 67). Dado que la naturaleza de los trabajos publicitarios es muy subjetiva, el cliente a menudo no está conforme con los entregables. Por lo que exige cambios o retrabajos que en ocasiones parecen sencillos, pero conllevan muchos cambios a lo interno. Todo esto genera atrasos en la entrega del proyecto y sobrecarga al personal. Por este motivo, los autores proponen un método basado en Scrum, en donde al cliente se le cobra por iteración. De manera que si solicita cambios, se le cobra por cada Sprint. Esto permite gestionar mejor los proyectos y llevar un mejor control de la parte financiera. Scrum es un método que además involucra al cliente para recibir retroalimentación al finalizar cada iteración. Esto representa una mejora ya que con esta nueva propuesta, se recibe información del cliente temprano durante el proyecto. De esta forma, es posible corregir rápidamente el rumbo del proyecto de ser necesario.

Para propósitos de este trabajo, el autor se centró únicamente en la forma en que se utilizaron las metodologías Waterfall y Kanban; ya que las demás metodologías no están dentro del alcance de este proyecto.

4.2.1.1 Implementación de Kanban

En la gestión del tiempo los autores propusieron utilizar Scrum; es decir, se producen entregables a manera de Sprints o iteraciones. Sin embargo, para atenuar el nivel de incertidumbre en la entrega final de los proyectos proponen utilizar un híbrido con Kanban. Mediante este método, es posible llevar un histórico estimado de las duraciones de los entregables para así reducir la incertidumbre asociada a este tipo de proyectos. De esta forma

“se determinan los tiempos de las tareas basados en la experiencia previa” (Gil y Orozco, 2021, p.76).

Con respecto al trabajo en equipo, debido a la gran cantidad de integrantes en los equipos (incluyendo agentes freelance externos en distintas zonas horarias), los autores determinan que no sería posible utilizar una configuración de equipo similar a Scrum. Proponen más bien un esquema similar a Design Thinking; en donde no necesariamente se utilizan reuniones diarias sino más bien sesiones de trabajo. Pero para ello, proponen también utilizar Kanban como un medio para coordinar y mantener al personal informado en todo momento sobre “qué tareas están pendientes, cuáles se han ejecutado y sus responsables” (Gil y Orozco, 2021, p.78). De hecho, proponen utilizar un tablero Kanban a través de las diversas fases del proyecto como un medio de planificación visual. De esta forma, el director de proyectos puede gestionar mejor al equipo y tomar decisiones rápidas dependiendo de cómo avanza el proyecto.

4.2.1.2 Implementación de Waterfall

Gil y Orozco propusieron utilizar el esquema tradicional del ciclo de vida de un proyecto según el PMI: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre. Sin embargo, utilizando Scrum para realizar entregables en forma de Sprints durante la fase de ejecución. Proponen desarrollar un buen caso de negocio en la fase de inicio en donde toda la información debe estar al alcance del equipo para consulta y toma de decisiones. Al igual que realizar un análisis exhaustivo de interesados internos y externos para la planificación adecuada y prevención de riesgos.

Un elemento muy propio de Waterfall que sugieren es llevar a cabo un proceso de control de cambios. Esto es realizado en los proyectos típicamente durante la fase de monitoreo y control. También proponen monitorear muy bien el tiempo, costo y alcance ya que estos elementos de la triple restricción son importantes para el éxito del proyecto. Una vez

finalizado un Sprint, el equipo revisa el entregable con el cliente y si existen desviaciones, se documentan a manera de control de cambios. De igual forma, se analiza si hay impacto a la triple restricción o si el proyecto marcha de acuerdo con el plan.

También utilizan algunos elementos importantes de Waterfall durante la etapa de cierre como lo son la Entrega Final al Cliente y el Cierre financiero (Gil y Orozco, 2021, p. 87). Estos dos se llevan a cabo de manera formal y correctamente documentada.

4.2.1.3 Aspectos por Implementar en el Diseño de Conectores

Kanban fue utilizado en la guía de diseño de conectores como herramienta para la gestión diaria de la carga de trabajo dentro del equipo. Tanto el tablero visual como las métricas de tiempo de ciclo, tiempo de respuesta y diagramas de cuello de botella fueron indicadores útiles para este proceso. El diseño de conectores no fue realizado en forma de iteraciones; sin embargo, se utilizó con el mismo propósito de gestión de cargas de trabajo y monitoreo como lo mencionan Gil y Orozco.

Con respecto a Waterfall, sí se utilizaron los cinco grupos de procesos. Sin embargo, en el caso del diseño de conectores, el proceso de inicio y planificación se combinan en uno solo. Lo mismo ocurre con los procesos de ejecución y monitoreo y control. En la sección 4.4.2 se brindan más detalles.

En la fase de inicio, no se realiza un análisis del caso de negocio ya que esto haría el proceso de cotización y diseño muy extenso y burocrático. La triple restricción se maneja por medio de la cotización y el SOW (Declaración de Trabajo). En la cotización, se brinda una descripción detallada del diseño al igual que el precio y tiempo de entrega. En el SOW, se aclaran algunos aspectos sobre los estándares y normas con los que se fabrican los conectores, se brinda un cronograma detallado, descripción de los materiales a utilizar, los

métodos de cobro, entre otros. De esta forma, la cotización y el SOW controlan la triple restricción del proyecto.

El proceso de control de cambios se llevaría de esta manera: cualquier solicitud de cambio en el diseño por parte del cliente requiere de una cotización y orden de compra actualizadas para poder continuar con el proceso de diseño.

En el proceso de cierre, sólo se requiere de la firma de aprobación del diseño por parte del cliente para proceder con la manufactura del conector. Realizar un cierre formal con un acta no es necesario, ya que solo incrementa el tiempo de diseño y vuelve el proceso más burocrático. Una vez manufacturada la primera orden, se recibe retroalimentación por parte del equipo de operaciones en caso de requerirse alguna actualización del diseño debido a algún hallazgo en el piso de producción. Para este caso en específico, se propuso el envío de un correo electrónico documentando los hallazgos de calidad encontrados. Dicho correo sería enviado por un representante de Operaciones con el título “Resumen de Producción” y el número de parte del conector. Se brindan mayores detalles en la sección 4.4.2.

4.2.2 Modelo de Gestión Ágil para Proyectos de Ingeniería en Líneas de Transmisión y Diseño de Subestaciones

Luis Carlos Muñoz (2020) desarrolló su tesis de maestría sobre este tema en la Universidad para la Cooperación Internacional (UCI). En esta, desarrolló una propuesta para mejorar el modelo de gestión de proyectos en el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Él planteó que existen problemáticas en diversas áreas para los proyectos de diseño de subestaciones y líneas de transmisión. Su percepción es que el proceso de planificación de los proyectos es muy extenso, afectando la disposición de los clientes y las cargas de trabajo de los empleados. La definición del alcance, tiempo y costo toma mucho tiempo, inclusive para proyectos sencillos. “Si la planificación no se concreta o tarda mucho tiempo en gestionarse, se

adquieren otros compromisos, se desintegra el grupo de trabajo y los costos pueden ser superiores, además de que el cronograma sufre alteraciones” (Muñoz, 2020, p. 5).

Además, afirma que no existe una metodología para la etapa de monitoreo y control. Tampoco existen procedimientos para el control de cambios; ocasionando que no se realicen a tiempo y la empresa debe asumir los costos y otros impactos asociados. Lo mismo ocurre en la etapa de cierre. Al no existir un procedimiento, se toma más tiempo del que debería; por lo que normalmente se realizan a destiempo o de forma tardía.

Muñoz plantea que utilizando una combinación de modelos ágiles es posible mejorar la forma en que se gestionan estos proyectos. Para ello, plantea utilizar una combinación de Lean, Ágil, Scrum y Kanban. Nuevamente, el presente trabajo se centrará únicamente en la forma en que el autor propuso utilizar Lean y Kanban. A continuación, se realiza un análisis del uso de estos modelos en esta tesis.

4.2.2.1 Implementación de Lean

Según Muñoz, se utilizó Lean con el propósito de identificar, eliminar o disminuir las siguientes fuentes de desperdicio:

- Documentación dispersa y en exceso.
- Procedimientos o metodologías para la gestión de los servicios propias de cada COT aplicados al gusto y entendimiento personal.
- Tiempos inciertos para la planificación, ejecución, monitoreo y control.
- Reuniones de larga duración sin temática definida ni confección de minuta.
- Reproceso de diseño.
- Duraciones no establecidas para aprobaciones de gestión en cambios o entregables.
- Porcentajes de ocupación excesivos y no calculados. (Muñoz, 2020, p. 97)

La lista de desperdicios debes ser revisada regularmente para corroborar que esté vigente y actualizarla de ser necesario. Se aclara que, en el segundo desperdicio citado anteriormente, las siglas “COT” se refieren al Coordinar Técnico según el índice de acrónimos de Muñoz (p. xii).

4.2.2.2 Implementación de Kanban

Durante la etapa de ejecución, Muñoz propone realizar reuniones de frecuencia semanal en los que se utilice y revise un tablero Kanban mostrando la lista de actividades por hacer, las que se están haciendo y las que están completas. La duración de las reuniones no debe exceder los 20 minutos y pueden ser lideradas por cualquier integrante del equipo. Se debe responder a las preguntas:

- a. ¿Qué se hizo desde la reunión de la semana pasada?
- b. ¿En qué se trabajará la próxima semana?
- c. ¿Qué problemas, impedimentos o trabas hay para realizar las actividades?”

(Muñoz, 2020, p. 84)

Aquí Muñoz propone implementar el tablero Kanban utilizando el software Trello®.

4.2.2.3 Implementación de Waterfall

Además de las metodologías ágiles, se observa que Muñoz implementa algunos aspectos de Waterfall según el PMI. Por ejemplo, el autor realiza una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) para determinar todos los entregables del proyecto. Seguidamente utiliza un método de Priorización de Actividades para determinar el orden de importancia de los entregables. Posteriormente realiza una Estructura de Desglose de Recursos (EDR) para analizar a fondo todos los recursos necesarios para los proyectos de ingeniería en transmisión; esto incluye el recurso humano. Una vez finalizado esto se implementa una Matriz RACI para esclarecer quiénes son los responsables, los encargados, los que deben ser consultados y a quiénes hay que informar. Una vez concluido esto se procede a elaborar una Oferta Predefinida

en donde se le especifica al cliente cuál va a ser el alcance, los entregables, criterios de aceptación, cronograma, presupuesto, suposiciones, exclusiones, restricciones, cuáles aspectos serán responsabilidad del cliente y qué elementos pasarán a ser propiedad del cliente. Por último, se realiza un análisis de los riesgos por medio de una Estructura de Desglose de Riesgos (RBS).

Un aspecto interesante a resaltar es que el autor también analiza todos los documentos, guías y plantillas del ICE que son aplicables a la gestión de proyectos de ingeniería en transmisión e indica cuáles de estos deberán ser modificados con la implementación de la nueva metodología.

4.2.2.4 Aspectos por Implementar en el Diseño de Conectores

Con respecto a Lean, en la sección 4.4.1 se realizó un análisis de desperdicios del estado actual del diseño de conectores en Samtec. El nuevo Mapeo de Proceso fue optimizado de manera que se redujeron los desperdicios en el proceso de diseño. Desde luego, la mejora continua requiere que se realicen revisiones periódicas para monitorear y actualizar los desperdicios.

En cuanto a Kanban, fue utilizado en la guía de diseño de conectores como herramienta para la gestión periódica de la carga de trabajo dentro del equipo. Tanto el tablero visual como las métricas de tiempo de ciclo, tiempo de respuesta y diagramas de cuello de botella fueron indicadores útiles para este proceso.

Finalmente, para la implementación de Waterfall únicamente se utilizaron la Estructura de Desglose de Recursos (EDR) para ilustrar todos los recursos necesarios para el diseño. Los recursos son principalmente humanos, mientras que la manufactura de conectores es la que requiere de recursos físicos como equipo e instalaciones. El presente trabajo se enfoca únicamente en lo que compete al diseño. También se utilizó la Matriz RACI para esclarecer

quiénes son los responsables, los encargados, los que deben ser consultados y quiénes hay que mantener informados. No se utilizó una EDT (Estructura de Desglose de Trabajo) pero sí un Mapeo de Proceso con un diagrama de flujo para ilustrar todos los pasos que son requeridos para diseñar un conector personalizado. Para el desarrollo de una guía de diseño de conectores, la EDT y el Mapeo de Proceso son muy similares. Ambas logran transmitir por medio de un diagrama, las diferentes etapas del proceso de diseño: previo a la orden de compra del cliente, posterior a esta y el cierre del proyecto/diseño. Sin embargo, visualmente el Mapeo de Proceso brinda un poco más de información por medio de la simbología (ver Figura 31). Dicha simbología ilustra el principio/fin, las entradas y salidas, cuando se debe tomar una decisión, y las flechas muestran la dirección del flujo.

4.2.3 Modelo de Gestión de Proyectos de Mejora Continua utilizando Lean Management para Emerson Electric Costa Rica

Villalta (2021) desarrolló su proyecto final de graduación en la Universidad para la Cooperación Internacional (UCI). Plantea una metodología de gestión de proyectos de mejora continua para el departamento de Compras en Emerson Electric, Costa Rica. La autora explica que en dicho departamento se requiere que sus empleados presenten proyectos todos los años de mejora continua. Dado que no existe una metodología estandarizada para la gestión de dichos proyectos, muchos de los objetivos de los proyectos de los colaboradores no se cumplen a cabalidad. Para ello, Villalta propuso una metodología basada en las buenas prácticas del PMI y Lean. Específicamente Lean Management y Lean Office. (Villalta, 2021, p. ix).

A continuación, se expone sobre la propuesta del uso de estas metodologías en este proyecto de graduación.

4.2.3.1 Implementación de Lean Management

La autora identifica siete tipos de desperdicio en el departamento de Compras:

1. Defectos: productos o servicios que no cumplen con las especificaciones y que requieren ser corregidos.
2. Sobre producción: procesamiento de la información antes de ser necesitada o que no genera valor agregado.
3. Sobre procesamiento: exceso de reportes, exceso de adjuntos en los correos electrónicos.
4. Inventario: exceso de papelería, duplicación de tareas.
5. Esperas: incluye la burocracia administrativa, esperas por aprobaciones, llenado de formularios por equipos específicos.
6. Transporte: movimientos innecesarios como el tener que viajar de un edificio a otro para la impresión de documentos, equipos que trabajan en conjunto ubicados lejos unos de otros.
7. Movimiento: búsqueda de herramientas como impresoras, o exceso de clics para llegar a un archivo, desorden que genera un tiempo de búsqueda de herramientas. (Villalta, 2021, p. 4).

Además, Villalta (2021) afirma que “otro de los problemas relacionados a la no existencia de una metodología de Lean Office integrada a las buenas prácticas del PMI, es que los empleados llevan a cabo varias tareas a la vez (...)” (p.5). Esto da como resultado mayor ineficiencia dentro del equipo de trabajo; ya que se les dificulta completar las tareas en las que están trabajando al tener que cambiar constantemente su foco de atención y prioridades.

Entre las diferentes herramientas de Lean, la autora planteó utilizar 5s y Kaizen. Para este último, específicamente el Paseo Gemba y el Mapeo de Proceso.

4.2.3.1.1 Implementación de 5S

El ciclo de 5S consiste en cinco pasos, los cuales se desglosan a continuación en orden:

1. Seiri o Clasificación: es el primer paso de las 5S. Consiste en identificar y clasificar todos los materiales necesarios y reducir o eliminar todos insumos innecesarios tales como: materiales, herramientas, equipo, entre otros.
2. Seiton u Orden: una vez clasificados los materiales, se procede a ordenarlos de forma lógica y fluida. Todos los insumos deben estar debidamente identificados de manera que cualquier persona pueda devolverlos a su lugar correspondiente. De esta forma, se mantiene el orden.
3. Seiso o Limpieza: consiste en mantener la limpieza en la estación de trabajo. Por ejemplo, mantener los pasillos de una oficina limpios o la maquinaria en una empresa de manufactura limpia. Esto previene accidentes laborales y permite detectar anomalías en la maquinaria; elementos que se consideran desperdicios en una empresa.
4. Seiketsu o Estandarización: se deben estandarizar los tres pasos anteriores mediante guías, procedimientos y capacitación del personal. Debe definirse una frecuencia para la limpieza; la cual idealmente debe ser diaria.
5. Shitsuke o Disciplina: la única forma de mantener las 5S es mediante la disciplina. De lo contrario, los esfuerzos realizados rápidamente se desvanecen. Para ello, se aconseja realizar auditorías, evaluaciones de equipos, otorgar a los colaboradores reconocimientos, entre otros.

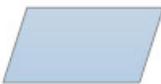
4.2.3.1.2 Implementación de Kaizen

Kaizen es una filosofía y modelo de negocios japonés cuya palabra se traduce en mejora continua. Las empresas deben buscar incesablemente la generación de mayor valor para el cliente y la reducción de desperdicios.

Kaizen cuenta con una serie de herramientas tales como el Paseo Gemba. Este consiste en realizar un paseo por la zona de trabajo: ya sea oficina o piso de producción. Se procede a analizar cada uno de los procesos uno por uno e identificar desperdicios. De esta forma se busca mejorar constantemente la entrega de valor al cliente. Esto se debe realizar periódicamente ya que los procesos tienden a cambiar con el paso del tiempo. Por lo que esta práctica es ideal para mantener el flujo de procesos optimizado.

La otra herramienta utilizada por Villalta es el Mapeo de Proceso. La autora utiliza un diagrama de flujo convencional para representar el flujo de proceso que desea mejorar. Se puede utilizar una simbología convencional como la que se muestra en la Figura 31.

Figura 31*Simbología de Diagrama de Flujo*

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Nota. Adaptado de *Símbolos de diagramas de flujo* [Imagen], por Smartdraw, s.f., Smartdraw (<https://www.smartdraw.com/flowchart/simbolos-de-diagramas-de-flujo.htm>).

Posteriormente se procede a realizar un diagrama del flujo de proceso de estado inicial. Con esto, es posible realizar un análisis de las mejoras que se deben realizar: tales como reducción de desperdicios y generación de valor para el cliente. Después, se realiza un diagrama de flujo del estado futuro. Esta herramienta puede ser utilizada posterior al Paseo Gemba como herramienta de mejora continua. El nuevo mapeo de proceso debe ser sometido a un proceso de aprobación interno antes de su implementación.

4.2.3.2 Implementación de Waterfall

Villalta propone una metodología que también incorpora los cinco procesos de waterfall según el PMI: grupos de proceso de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y

cierre. Para la etapa de inicio propone la creación de un Acta del Proyecto, una Matriz de Interesados y definir el primer valor de Lean. El acta de constitución es de fundamental importancia ya que permite definir con un buen grado de exactitud el alcance del proyecto. En dicho documento se suelen definir aspectos como los objetivos, cronograma, costo estimado, interesados, riesgos, supuestos y restricciones. La autora propone una plantilla para la definición del alcance. Realizar un análisis de interesados permite determinar quiénes deben estar involucrados en el proyecto; ya sea directa o indirectamente. En ocasiones, los proyectos fallan al no considerar absolutamente todos los involucrados. “Gestionar adecuadamente los interesados es clave ya que un interesado puede ejercer influencias positivas y negativas que impactan directamente el desarrollo de los proyectos.” (Villalta, 2021, p. 72). Para la identificación de interesados, la autora también propone una plantilla. Posteriormente es importante definir una escala de poder e interés y asignarle un valor a cada uno de los interesados. De esta forma, es posible asignar más importancia a unos interesados para poder planificar una estrategia apropiada. Por último, definir los valores de Lean se refiere a identificar cuáles elementos generan valor para el proyecto. El cliente debe participar en esta tarea, ya que suelen ser cosas por las que el cliente está dispuesto a pagar.

Para el grupo de procesos de planificación, Villalta propone realizar los siguientes. Para el desarrollo de cada uno de estos, la autora propone plantillas.

- Documentación de requisitos e identificación de los interesados: permite esclarecer todos los requisitos del proyecto, la prioridad, los interesados para cada requisito y el objetivo relacionado. En el caso de Villalta, los clientes son todos internos. Los requisitos deben ser medibles, coherentes y trazables. Por ello, es importante definirlos junto con los clientes por medio de una reunión.

- Definición del alcance: definición del alcance del proyecto, los objetivos, roles y responsabilidades, criterios de aceptación, entregables, restricciones y supuestos.
- Definición del cronograma: diagrama Gantt por medio de Microsoft Project. Deben definirse claramente los entregables, fechas, actividades, hitos, secuencias, recursos y duraciones.
- Gestión de la calidad: definición de los objetivos de calidad con los que debe cumplir el proyecto. Asignación de responsables, tareas, frecuencias e indicadores.
- Gestión de las comunicaciones: Villalta propuso informes de inicio, avance y cierre del proyecto. Al igual que reuniones periódicas con el equipo para revisar el avance del proyecto.
- Identificación de los riesgos: la autora definió una matriz de riesgos en donde se le asigna a cada riesgo una probabilidad de ocurrencia, escala de impacto, estrategia, acción preventiva o correctiva y un responsable.
- Planificación del involucramiento de los interesados: Villalta definió una plantilla en donde enlista todos los interesados, su rol, expectativas, estrategia de cumplimiento de expectativas y un responsable para cada una de las expectativas.

Para el grupo de procesos de ejecución, la autora planteó realizar un Paseo Gemba para un análisis profundo de desperdicios. Una vez identificados los procesos a mejorar, se debe realizar un proceso de control de cambios formal. Para ello, Villalta desarrolla una plantilla para documentar la descripción del cambio, la justificación, las actividades impactadas, un cronograma y los documentos que deben ser actualizados. En el Paseo Gemba se deben identificar los desperdicios, los beneficios obtenidos con las mejoras planteadas, el costo de los

cambios y los ahorros obtenidos. También se definió en esta etapa una matriz de comunicaciones. En esta, se establecen las comunicaciones más frecuentes, el medio (reuniones, correos, etc.), frecuencia, interesados, responsables y entregables.

En cuanto al grupo de procesos de monitoreo y control, la autora definió una lista de métricas tales como: tasa de cumplimiento, número de proveedores, calificación al proveedor, disponibilidad del proveedor, retorno de inversión de las adquisiciones, entregas a tiempo y tiempo de ciclo de las adquisiciones. También efectuó un registro de métricas para los proyectos de mejora del departamento. El registro evidencia la métrica relacionada a cada objetivo, el valor actual de la métrica, el valor esperado y el ahorro obtenido.

Finalmente, en la etapa de cierre Villalta elaboró una plantilla para el Acta de Cierre del proyecto. En esta se menciona la información general del proyecto, firmas de todo el equipo de trabajo, el cumplimiento de los objetivos con respecto a las mejoras en las métricas y los ahorros obtenidos, todos los entregables del proyecto y la aceptación o rechazo de cada uno de estos junto con observaciones, y las lecciones aprendidas.

4.2.3.3 Aspectos por Implementar en el Diseño de Conectores

De los elementos analizados del trabajo de Villalta, la herramienta de 5S no resultó útil para el presente proyecto. Los diseñadores de conectores no necesitan estar ubicados en una oficina o en el piso de producción. Pueden realizar sus labores de forma completamente virtual. De ahí que la aplicación de 5S como herramienta para reducir desperdicios dentro de la oficina no resulta útil. Lo mismo ocurre con la herramienta del Paseo Gemba utilizado en Kaizen. Los siete desperdicios de Lean que se mencionan sí resultan útiles y fueron aplicados en el contexto de diseño. El análisis de estos se muestra en la sección 4.4.1.

El Mapeo de Proceso, herramienta de Kaizen, también se implementó ya que es una herramienta visual que permite comprender con claridad cómo era el proceso en Samtec antes

del cambio, y cómo sería si se implementara esta guía de diseño. El Mapeo de Proceso se ilustra en la sección 4.4.1.

Con respecto a Waterfall, es rescatable la implementación de los cinco grupos de procesos según el PMI: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre. En el diseño de conectores estos grupos de procesos existen; sin embargo, las etapas de inicio y planificación se mezclan en una sola. Mientras que el monitoreo y control ocurre en distintas etapas de la etapa de ejecución del diseño. Esto se explica en mayor detalle en la sección 4.4.2.

En el grupo de procesos de inicio no se utilizó un análisis de interesados. En vez de esto, se realizó una Estructura de Desglose de Recursos (EDR) y una Matriz RACI para esclarecer quiénes son los responsables, los encargados, los que deben ser consultados y quiénes hay que mantener informados. Sin embargo, este análisis no se realiza para cada proyecto o diseño de conector. Sólo una única vez para dejar claro los roles y responsabilidades de cada integrante de la organización en el proceso de diseño.

Durante la etapa de inicio, no se realiza un acta de constitución para cada diseño o proyecto. Ya que este proceso es muy extenso y volvería el proceso de diseño muy lento para el cliente y burocrático. Además, cada diseño es único; por lo que el alcance de cada proyecto puede ser muy variable. Más bien, el alcance del diseño es controlado por medio de la cotización y el SOW (Declaración de Trabajo) como se expone en la sección 4.4.2.

En los procesos de planificación, la definición del alcance, el cronograma, la gestión de la calidad y las comunicaciones se consolidan en un solo documento o SOW. Este es enviado al cliente junto con la cotización. La cotización brinda una descripción detallada de los requerimientos del diseño y el precio. Mientras que el SOW es un documento genérico que explica en mayor detalle las normas de calidad con las se diseña y fabrican los conectores, las

certificaciones de la empresa, los precios generales, las etapas del proceso de diseño y el cronograma.

Elaborar una matriz para la gestión de riesgos no es muy relevante para el diseño de conectores. Ya que sólo existen dos posibles riesgos: que el cliente cambie solicite un cambio en el diseño una vez puesta la orden de compra; o que el ingeniero de diseño cometa un error de diseño. Si ocurre el primer caso, se cotizan los cambios y se procede hasta tener una orden de compra actualizada. Mientras que el segundo caso es difícil que ocurra ya que el diseño es aprobado por el cliente antes de manufacturarlo. Además de que el diseño también es revisado y aprobado por varios ingenieros a lo interno.

Durante los procesos de ejecución, no es necesario llevar a cabo un proceso de control de cambios. Esto haría el proceso de diseño muy extenso y burocrático para el cliente.

Simplemente se documentan los cambios solicitados vía correos electrónicos y minutas (en caso de reuniones con el cliente) y se procede con la cotización actualizada. Sin embargo, sí resulta importante realizar una matriz de gestión de las comunicaciones para establecer una guía clara sobre cuáles deben ser las herramientas de comunicación con los interesados, su medio, frecuencia, entregables, etc.

Para la etapa de monitoreo y control, resulta importante establecer métricas para medir el desempeño del departamento de diseño. Para ello, se propusieron métricas en la sección 4.4.2 tales como: tiempo de diseño, cantidad de órdenes de compra por mes, retorno de la inversión, entre otros.

Mientras que, para la etapa de cierre, no se propuso un acta de cierre como tal. Sólo basta con la aprobación final del diseño por parte del cliente. Una vez manufacturada la primera orden, se recibe retroalimentación por parte del equipo de operaciones en caso de requerirse alguna actualización del diseño debido a algún hallazgo en el piso de producción. Para este caso en específico, se propuso el envío de un correo electrónico documentando los hallazgos

de calidad encontrados. Dicho correo sería enviado por un representante de Operaciones con el título “Resumen de Producción” y el número de parte del conector. Se brindan mayores detalles en la sección 4.4.1 y 4.4.2.

4.3 Condiciones necesarias para la aplicación de esta guía de administración de proyectos

Esta guía de administración de proyectos puede ser aplicada por cualquier empresa de diseño de conectores electrónicos; siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- La empresa cuenta con sus propios diseñadores de conectores electrónicos y no utiliza a una empresa externa o ingenieros Freelance.
- La empresa cuenta con sus propios diseñadores de PCBs y no utiliza a una empresa externa o ingenieros Freelance.
- La empresa cuenta con sus propios dibujantes y no utiliza a una empresa externa o personal Freelance.
- La empresa cuenta con su propia planta de manufactura capaz de realizar todos los procesos y no utiliza a una empresa externa. Dichos procesos incluyen:
 - Manufactura de Conectores
 - Plating (agregado de oro, estaño, plomo, etc. en pines)
 - Manufactura de PCBs
 - Soldadura de componentes a PCBs
 - Manufactura de Cables
 - Soldadura de cables a PCBs
 - Moldeo por Inyección
 - Testeo Eléctrico
 - Empaque y Envío

- La empresa cuenta con su propio departamento de Compras para realizar la cotización y compra de componentes, materiales y suministros.

Si la empresa utiliza un proveedor externo o ingenieros Freelance en alguno de los puntos mencionados, es necesario que se ajuste la presente guía de administración a las circunstancias reales. Es posible que se deban realizar modificaciones a los Mapeos de Proceso, Matrices RACI y Estructura de Desglose de Recursos presentados en la Sección 4.4.1 y 4.4.2. Algunos o todos los procesos de manufactura pueden ser delegados a un tercero. Sin embargo, se recomienda que los diseñadores de conectores, PCBs y dibujantes sean recursos propios de la empresa; ya que si se utilizan empresas externas o agentes Freelance pueden haber conflictos de intereses con otros proyectos, baja disponibilidad de recursos, diferentes zonas horarias que dificultan la comunicación, entre otros. Cabe resaltar que la metodología Kanban que se propuso asume que los diseñadores y dibujantes son recursos propios de la empresa y están localizados en el mismo sitio. Lo cual facilita la comunicación para las reuniones periódicas y el intercambio de ideas. De no ser así, la metodología igual es aplicable pero es necesario realizar ajustes como el uso de un software de Kanban para personal externo o que trabaje remoto.

Por otro lado, si se utilizan empresas externas o personal Freelance, es necesario brindarles capacitaciones para que empleen los métodos de diseño y estándares de manufactura de la empresa contratante. De esta forma, se entrenan sobre los métodos de diseño, los softwares utilizados, los estándares de industria, las políticas y procedimientos de la empresa, estándares de calidad, entre otros. Así, se estandarizan los métodos, se obtiene una comunicación más fluida entre las partes y se asegura consistencia en los resultados.

4.4 Guía de aplicación de proyectos híbridos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps con base en el análisis del material recopilado para que pueda ser utilizada en el diseño de conectores electrónicos.

4.4.1 Aplicación de Lean

Como se mencionó en el apartado 4.1, se aplicó Lean para identificar y eliminar desperdicios en el proceso de diseño en Samtec. Para esto, se realizó un Mapeo de Proceso ilustrando el proceso actual con el fin de identificar mejoras. A continuación, se muestra un Mapeo de Proceso del proceso actual Pre Orden de Compra y Post Orden de Compra. Primeramente, la Figura 32 muestra el código de colores para ilustrar el responsable de ejecutar cada proceso.

Figura 32

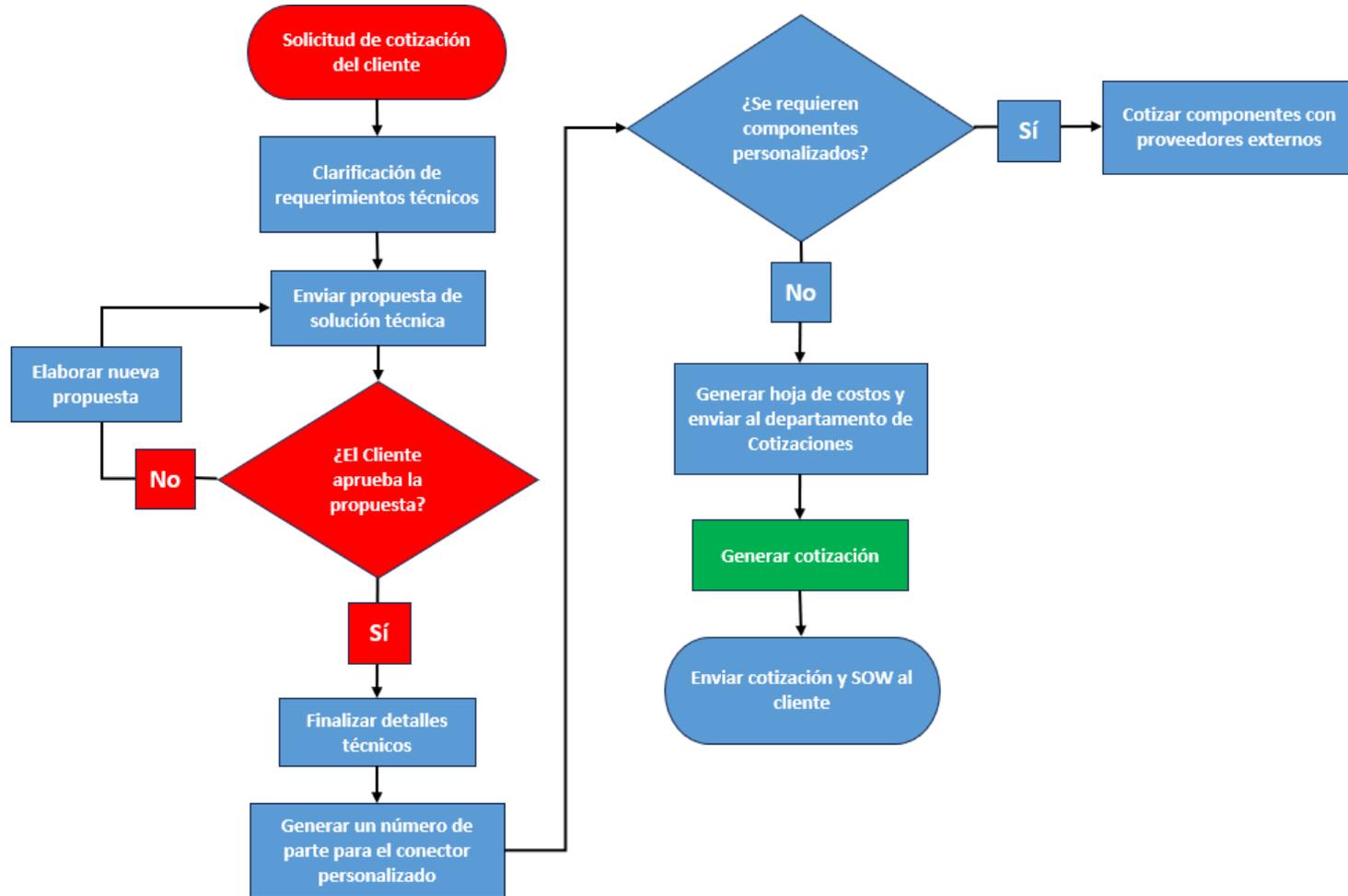
Código de colores para los Mapeos de Proceso



Nota: Elaboración propia

Figura 33

Mapeo de Proceso en Samtec Pre Orden de Compra



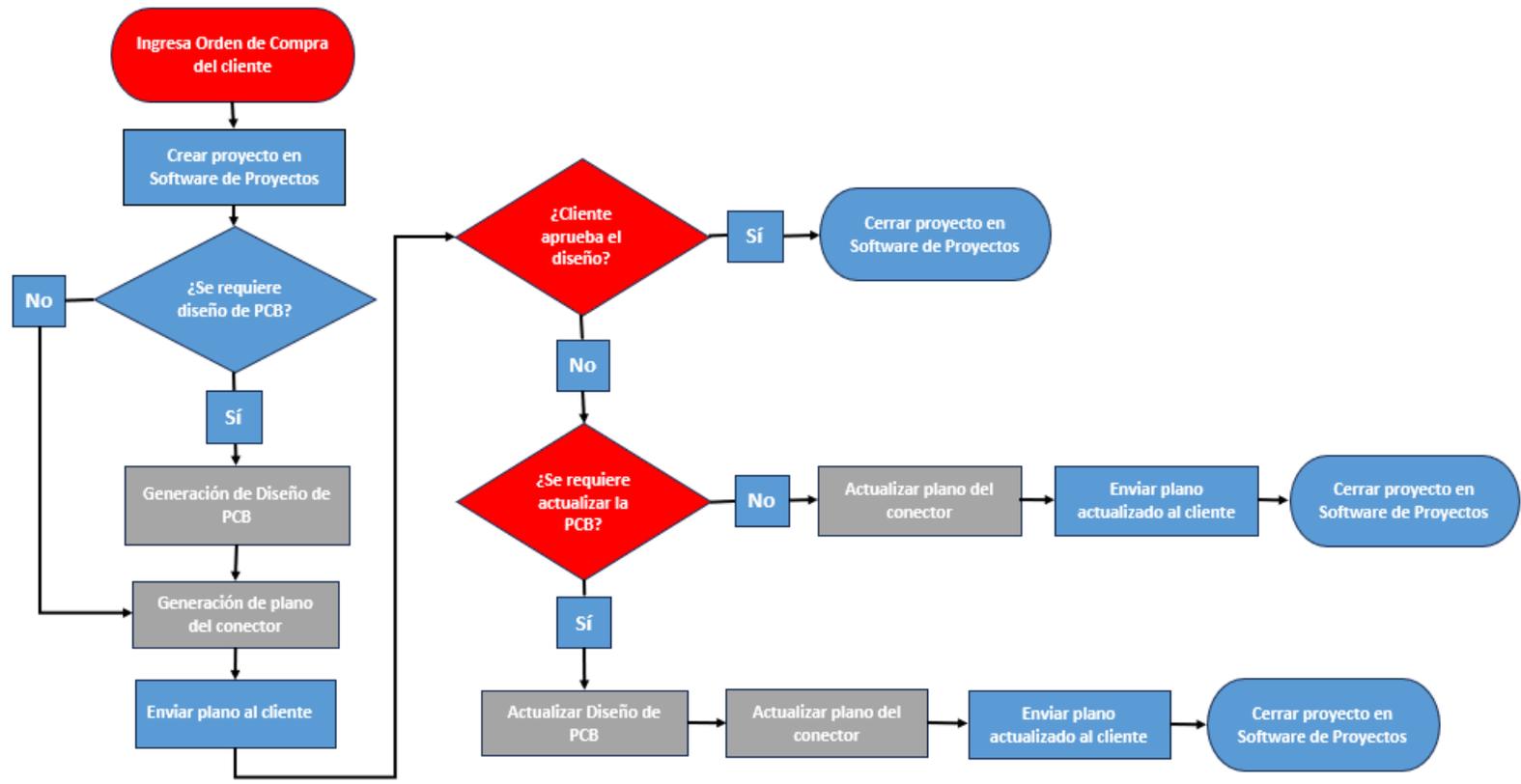
Nota: Elaboración propia.

Como se observa, el proceso inicia con la solicitud de cotización de un cliente; ya sea por medio de correo electrónico, llamada o reunión virtual. El ingeniero de diseño debe comprender con lujo de detalle todos los requerimientos técnicos del conector y la aplicación del cliente. Esta etapa conlleva un periodo de intercambio de información hasta que ambas partes están de acuerdo con la propuesta del diseñador. Una vez refinados los detalles técnicos, se procede a generar un número de parte único para ese conector. Si se requieren componentes personalizados el ingeniero de diseño procede a cotizarlos con proveedores externos. El ingeniero de diseño está a cargo de elaborar una hoja de costos indicando el costo total de fabricación. La hoja de costos es enviada al departamento de Compras para que realicen la cotización. Ellos determinan el margen de ganancia dependiendo de factores como el cliente, el volumen de compra, la estrategia de negocio, entre otros. El ingeniero de diseño finalmente envía la cotización junto con el SOW (Declaración de Trabajo) al cliente para su revisión. El SOW en este caso es un documento genérico y es el mismo para cualquier cliente. En la Sección 4.4.2 se brindan mayores detalles sobre el SOW y en el Anexo 5 se muestra una propuesta de SOW.

A continuación, se ilustra en la Figura 35 el Mapeo de Proceso Post Orden de Compra.

Figura 34

Mapeo de Proceso en Samtec Post Orden de Compra



Nota: Elaboración propia

El proceso inicia una vez se recibe la orden de compra del cliente. El ingeniero de diseño inmediatamente crea el proyecto en un software de gestión de proyectos utilizado en Samtec. Este es un software especializado de la empresa utilizado para dar seguimiento a todos los proyectos. Una vez creado el proyecto, se muestran todas las tareas a ejecutar una por una. Le permite al diseñador saber cuáles proyectos está manejando actualmente, en qué etapa están, qué tareas están pendientes por completar y para cuándo, al igual que todos los responsables asignados a cada tarea. Los demás involucrados (ingenieros de proceso, manufactura, testeo eléctrico, tooling, etc.) también pueden visualizar en tiempo real el porcentaje de avance del proyecto y qué tareas tienen asignadas.

Posterior a esto, si el conector requiere de un diseño de PCB, el ingeniero de diseño crea una solicitud al diseñador de PCBs para que inicie con el proceso. Una vez completado el diseño de la tarjeta, el diseñador ingresa una solicitud al dibujante para que elabore el plano del conector. Esto es, tomando en cuenta el diseño de la tarjeta (dimensiones de la PCB) y reflejándolo en el plano del conector. Cuando el plano está finalizado, se le envía al cliente para su aprobación. Una vez recibida esta aprobación, se procede a cerrar el proyecto en el software de proyectos y los ingenieros de operaciones se preparan para agendar la fecha de envío de la orden. Nótese que, si no se requiere de un diseño de PCB, se procede de una vez con la generación del plano del conector.

En ocasiones sucede que el cliente no aprueba el diseño. Ya sea porque hubo un error por parte del ingeniero de diseño, o el cliente solicita un cambio. Cuando esto ocurre se debe rediseñar las PCBs. Para ello se debe ingresar una nueva solicitud al diseñador de PCBs y posteriormente el dibujante debe actualizar el plano para reflejar el cambio. Si no se requiere un rediseño de tarjetas (por ejemplo, sólo un cambio en el largo del cable, etiquetado, empaque, etc.), únicamente se actualiza el plano del conector y se reenvía para la aprobación final del cliente.

4.4.1.1 Oportunidades de mejora en el proceso Pre Orden de Compra

A continuación, se realiza un análisis del flujo de proceso Pre Orden de Compra en Samtec (Figura 33) y se realiza una propuesta de mejora al mismo con base en un análisis empleando Lean. El flujo de proceso mejorado se muestra en la Figura 35.

Analizando la Figura 33 se observa que el flujo de proceso Pre Orden de Compra ya es bastante esbelto. A primera vista, no se observan desperdicios, procesos duplicados o pasos innecesarios. Sin embargo, un valor agregado estaría en consultar con el equipo de operaciones si la propuesta técnica elaborada es viable (posible de manufacturar en el piso de producción) o presenta oportunidades de mejora. Esto se muestra en el cuarto paso (“Se requiere consultar capacidades técnicas de Operaciones”) de la Figura 35. Si el diseño es muy sencillo este paso no es necesario. Sin embargo, en reiteradas ocasiones se diseña algo que genera muchos problemas de calidad en el ambiente operativo. Esto genera atrasos en las órdenes, problemas de calidad y sobrecostos. Según Lean, esto viene siendo un desperdicio a largo plazo cuando ya ingresó una orden de compra.

Otra mejora que agregaría valor al proceso estaría en cuestionar si la solicitud del cliente realmente es rentable para el negocio. Si la solicitud no le permite a la empresa obtener un margen de ganancia favorable, es mejor rechazar la solicitud y no cotizarle al cliente.

Algunos ejemplos de condiciones no rentables podrían ser las siguientes:

- En el caso en el que la mayor parte de los componentes del conector son proveídos por el cliente. En dicho caso, no existe suficiente margen de ganancia a nivel de materiales; únicamente se podría obtener margen de ganancia en la mano de obra (fabricación del conector).
- El nivel de complejidad del conector es muy alto pero el volumen de compra es muy bajo (una única orden de compra por una baja cantidad de piezas). En

esos casos, quizás no hace sentido para el negocio incurrir en un diseño que probablemente ocasione muchos problemas en el piso de producción.

- El cliente solicita un diseño que no es posible manufacturar con las capacidades técnicas que actualmente posee la planta. Por ejemplo, un conector con cable de 10 metros de largo.
- El cliente brinda un presupuesto máximo que es muy bajo y no es razonable para el negocio cotizar a ese precio.

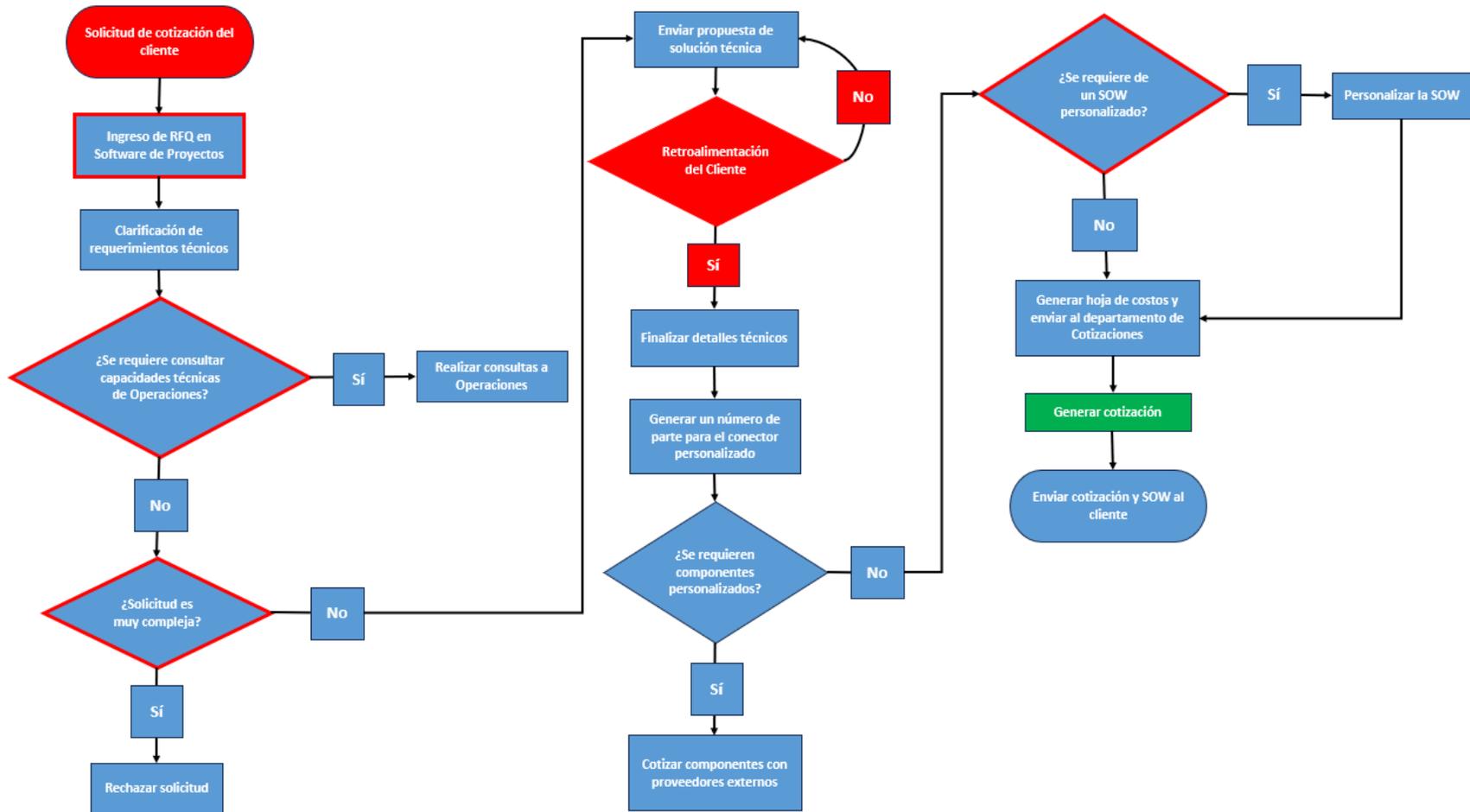
Otra oportunidad de mejora en el proceso Pre Orden de Compra está en personalizar la SOW (Declaración de Trabajo) si la solicitud del cliente lo amerita. En ocasiones existen solicitudes que requieren algún aspecto personalizado que no es común para la empresa. Como por ejemplo: un forro que no sea de PVC en los cables, que el conector soporte temperaturas extremas (mayores a +105°C o menores a -25°C), que se utilice soldadura con plomo, etiquetas serializadas, estándares de manufactura militares, entre otros. En estos casos, se recomendó personalizar la Declaración de Trabajo (SOW) cuando existen requisitos especiales. De esta manera, se capturan los requerimientos del cliente y se evitan situaciones como enviar la orden con errores. El SOW se muestra en el Anexo 5 y se elabora en mayor detalle en la Sección 4.4.2.

Una última oportunidad de mejora es que se podría utilizar el mismo software de gestión de proyectos para llevar un registro de todas las solicitudes de cotización que reciben los ingenieros de diseño. Se podría modificar el software para ingresar información sobre la solicitud: nombre del cliente, descripción del conector, cantidad de piezas a comprar, etc. Llevar un registro de esta información podría brindarle ventajas al departamento, como por ejemplo: solicitar un recurso (ingeniero de diseño) adicional si la carga de trabajo es muy alta. No todas las solicitudes de cotización se convierten en órdenes de compra. Una gran cantidad de la carga de trabajo es constituida por solicitudes de cotización.

La Figura 35 muestra la propuesta de mejora en flujo de proceso de Pre Orden de Compra. Con bordes rojos se muestran los dos cambios propuestos: ingresar solicitud de cotización en el software de gestión de proyectos, consultar capacidades técnicas con operaciones, rechazar la solicitud si no hace sentido financiero para el negocio, y personalizar la SOW de ser necesario.

Figura 35

Propuesta de Mapeo de Proceso Pre Orden de Compra



Nota: Elaboración propia. Los nuevos procesos se muestran con bordes en rojo.

4.4.1.2 Oportunidades de mejora en el proceso Post Orden de Compra

En cuanto al flujo de proceso Post Orden de Compra (Figura 34), el proceso actual en Samtec ya es bastante esbelto asumiendo el escenario en el que el plano no contiene errores o no hayan cambios por parte del cliente. Sin embargo, a menudo los diseños no están bien a la primera y requieren de correcciones. En este tipo de casos, el flujo de proceso genera muchos retrabajos y atrasos en el proceso de diseño. Más aún si se requiere actualizar el diseño de la PCB, ya que esto también requiere de una actualización al plano del conector por parte del dibujante. Esto viene siendo un desperdicio según Lean. Por otro lado, no existe un flujo estandarizado en donde se interactúe con el equipo de Operaciones para verificar la viabilidad técnica del diseño. Por estas razones, se propuso un nuevo flujo de proceso ilustrado en la Figura 36. El nuevo flujo de proceso consiste en:

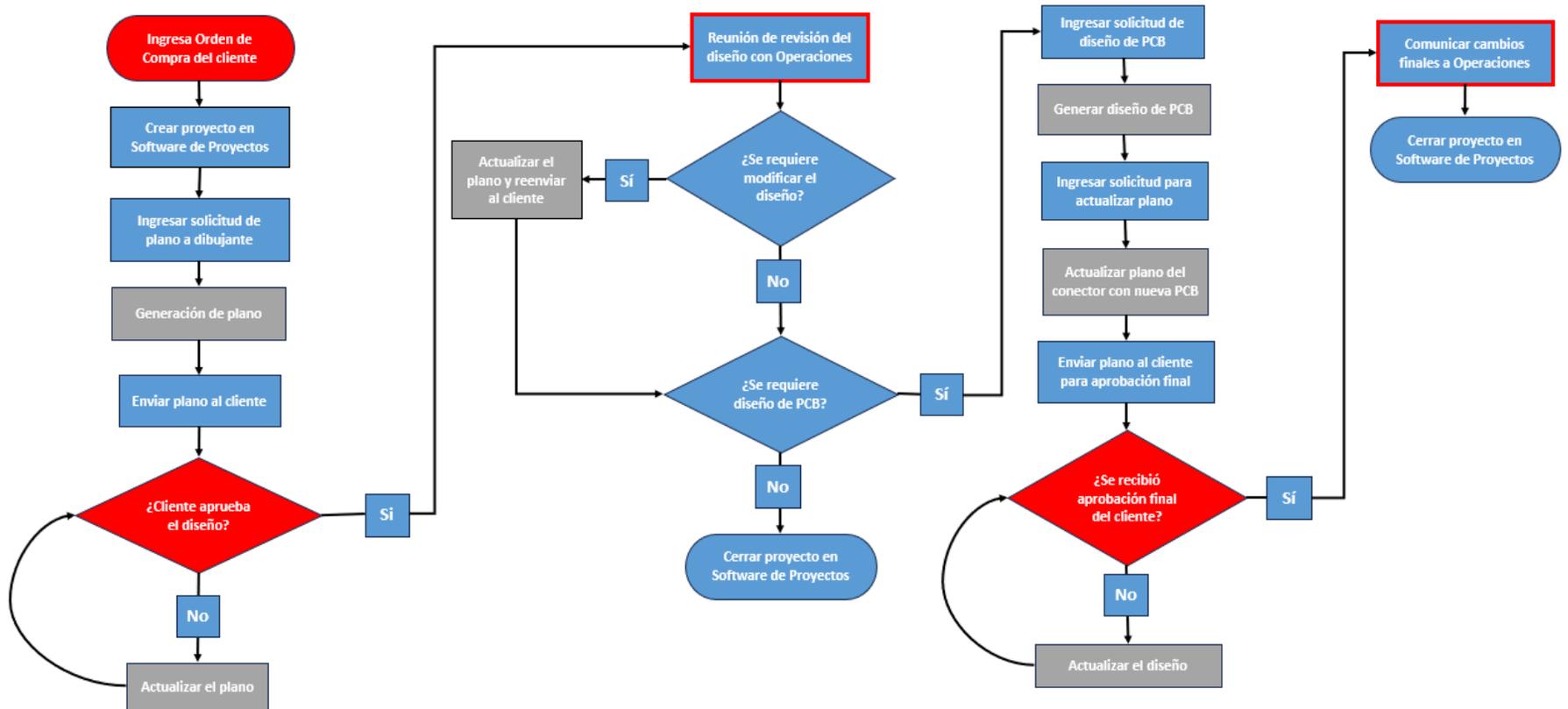
1. Desarrollar un plano inicial del conector para que el cliente revise y apruebe el concepto general.
2. Una vez recibida la aprobación, se procede a agendar una reunión para revisar el diseño con el equipo de Operaciones. Este paso es nuevo y permite capturar la retroalimentación del equipo de manufactura para asegurar que el diseño sea algo más fácil de fabricar.
3. Proceder con el diseño de la PCB (en caso de que el conector lo requiera).
4. El dibujante debe generar un plano actualizado del conector tomando en cuenta el diseño de la tarjeta. Esto es debido a que las dimensiones de las PCBs pueden variar.
5. Enviar la versión final del plano al cliente para la aprobación final.
6. Notifica a Operaciones, por medio de un correo electrónico, cualquier cambio que pudo haber habido posterior al diseño de las tarjetas. Este paso es nuevo y

permite capturar cualquier retroalimentación en términos de las nuevas dimensiones de las PCBs o cualquier ajuste menor que haya solicitado el cliente a última hora.

La Figura 36 ilustra el mapeo de proceso mejorado. Se agregan sólo dos pasos marcados con bordes en rojo. Sin embargo, el flujo como tal fue reestructurado.

Figura 36

Propuesta de Mapeo de Proceso Post Orden de Compra



Nota: Elaboración propia. Los nuevos procesos se muestran con bordes en rojo.

4.4.1.3 Oportunidades de mejora en el proceso Post Producción

Otro aspecto muy importante de Lean es la Mejora Continua. En Samtec existen muchas quejas sobre el proceso de diseño Post Producción. Es decir, una vez fabricada la primera orden, en ocasiones se presentan defectos de calidad que pueden ser corregidos por medio de una actualización en el diseño. Sin embargo, este proceso de retroalimentación usualmente no se da. Generando dificultades para el equipo de Operaciones cuando se presentan más órdenes de compra en el futuro. Especialmente si esas órdenes son por una cantidad significativa de unidades. Para ello, en la Figura 38 se propuso un Mapeo de Proceso Post Producción (refiérase a la Figura 37 para interpretación del código de colores). El proceso consiste en que el equipo de Operaciones deberá enviar un correo tanto a los diseñadores como a operaciones, indicando si la manufactura de la primera orden fue exitosa o si hubo defectos de calidad. Si alguno de estos defectos fue debido al diseño, el ingeniero de diseño responsable deberá analizar la solicitud para determinar su viabilidad. Después, deberá ingresar una solicitud al dibujante para actualizar el plano correspondiente. El plano debe ser enviado al cliente para notificarle del cambio al igual que el motivo de este.

Figura 37

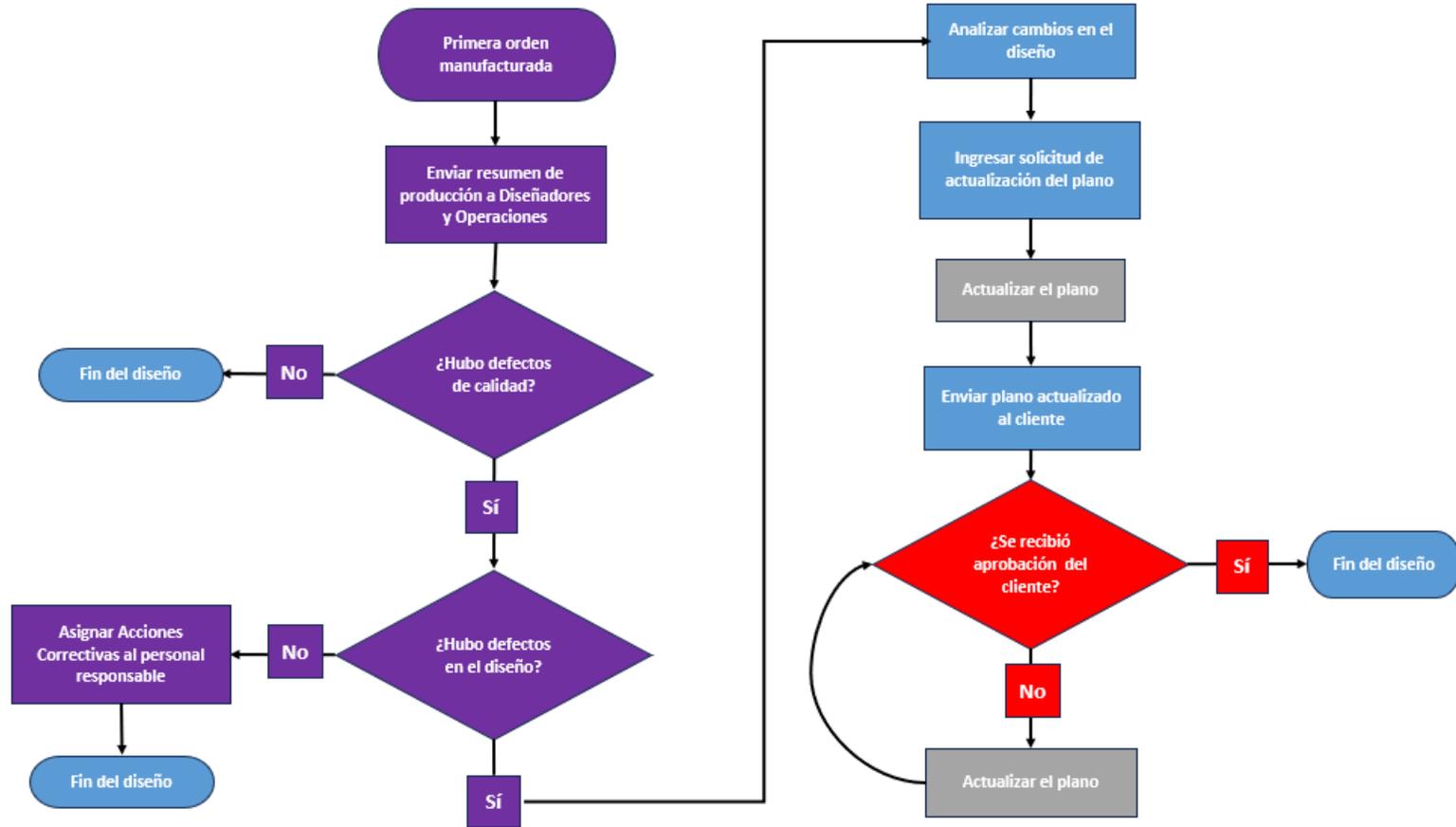
Código de colores para los Mapeos de Proceso



Nota: Elaboración propia

Figura 38

Propuesta de Mapeo de Proceso Post Producción



Nota: Elaboración propi

4.4.2 Aplicación de Waterfall

Como se mencionó en la Sección 4.1, el proceso de diseño es Predictivo, por lo tanto, se emplean los cinco grupos de procesos. Los procesos de inicio y planificación se combinan en uno solo. Esta es la etapa Pre Orden de Compra (Figura 35, Sección 4.4.1), en la que el ingeniero de diseño recibe la solicitud de cotización e interactúa con el cliente para comprender a profundidad los requerimientos técnicos del diseño. En esta etapa, la triple restricción se controla por medio de la cotización y el SOW (Declaración de Trabajo). Una vez aclarados los detalles técnicos del diseño, el ingeniero de diseño deberá enviar la cotización junto con el SOW al cliente. En la cotización, se brinda una descripción detallada del diseño al igual que el precio y tiempo de entrega. En el SOW, se aclaran algunos aspectos como los estándares y procedimientos de manufactura empleados, algunos requerimientos especiales del cliente (si los hay), los detalles de facturación, la forma en la que se maneja de comunicación, el proceso de aprobación del diseño, entre otros. La empresa que emplee esta guía de administración deberá personalizar el SOW de acuerdo con sus propios estándares y prácticas de manufactura, métodos de cobro, comunicación, y forma de manejar proyectos en general. La ventaja del SOW es que permite aclarar todos los aspectos del proceso de diseño y manufactura. Mientras que la cotización define los detalles del diseño, el tiempo de fabricación y el costo. De esta forma, se controla la triple restricción. Cualquier cambio que el cliente solicite requiere de una cotización actualizada. Si se solicita un cambio cuando ya existe una orden de compra, el ingeniero de diseño debe enviar una nueva cotización y esperar a la orden de compra actualizada para iniciar nuevamente con el proyecto. En el Anexo 5 se muestra una SOW genérica, sin embargo, es posible que la empresa deba adaptarlo al contexto en que se encuentra.

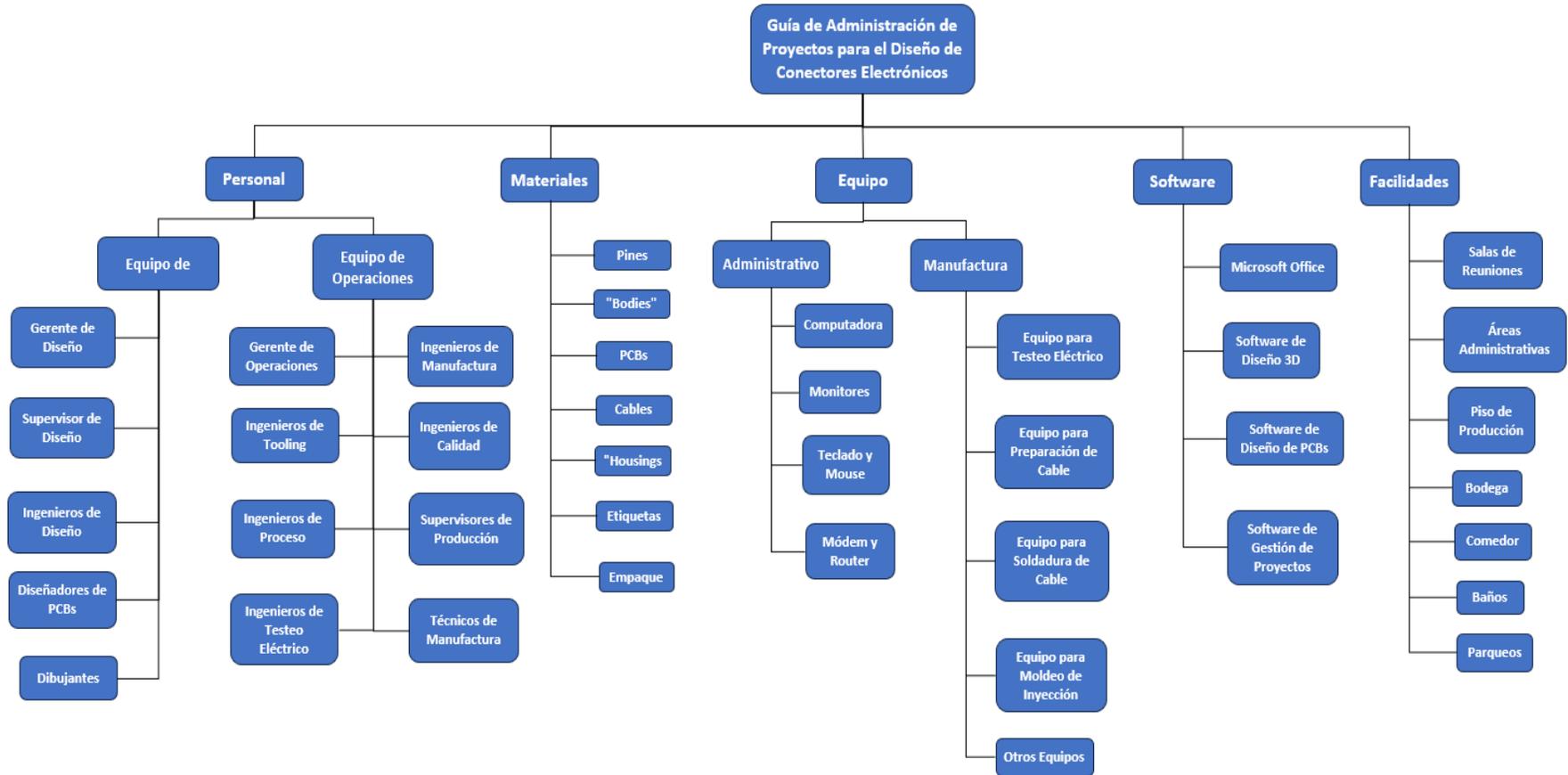
Una vez recibida la orden de compra, arrancan los grupos de procesos de ejecución y monitoreo y control. Estos también se combinan en uno solo. El flujo de proceso es el que se muestra en la Figura 36 de la sección 4.4.1. Es la etapa de ejecución porque se inicia formalmente con el diseño del conector. Pero también se combina con el grupo de proceso de monitoreo y control porque existen varios puntos de monitoreo y control en el flujo del proceso. Estos son: la primera aprobación del diseño por parte del cliente, la reunión de revisión del diseño con el equipo de Operaciones, la aprobación final del diseño por parte del cliente, y la comunicación de cambios finales a Operaciones. Con estos cuatro puntos de control, se monitorea y controla el adecuadamente el diseño.

Adicionalmente, se observó que en Samtec no existen métricas en el departamento de diseño para evaluar su desempeño y realizar predicciones sobre el comportamiento del mercado. Para ello se recomienda incorporar métricas de tiempo de diseño, cantidad de órdenes de compra por mes y retorno de la inversión. Se propone utilizar la data del software de gestión de proyectos para llevar un control de dichas métricas.

Como se mencionó en la Sección 4.1, uno de los elementos del PMI utilizados fueron la Estructura de Desglose de Recursos (EDR), la Matriz RACI y una Matriz de Gestión de la Comunicaciones. A continuación, se muestra la EDR, la cual identifica todos los interesados en el proceso de diseño del conector. Esta EDR fue desarrollado considerando los cinco grupos de procesos. Nótese que la EDR podría variar de acuerdo con la organización que adopte esta guía de administración de proyectos. Es decir, podría tener una estructura organizacional que afecte al personal, podría utilizar diferentes equipos para manufacturar, podría utilizar proveedores externos o ingenieros Freelance para uno o varios procesos, entre otros. Esta EDR únicamente representa una guía asumiendo que la empresa cuenta con su propio equipo de diseño y planta de manufactura.

Figura 39

Estructura de Desglose de Recursos para el Diseño de Conectores



Nota: Elaboración propia

Con respecto a la Matriz RACI, se desarrollaron tres matrices. Una que muestra los roles y responsabilidades antes de la orden de compra, otra durante el proceso de diseño y otra en la etapa post producción. Se realizaron tres tablas diferentes ya que en cada etapa del proceso de diseño intervienen diferentes involucrados. La Tabla 8 muestra los responsables, aprobadores, los que deben ser consultados e informados para la etapa antes de la orden de compra. Las actividades se muestran en cada una de las filas. Estas coinciden con las actividades mostradas en la Figura 35. De esta misma forma se desarrollaron las Tablas 9 y 10 para las etapas durante la orden de compra y post producción. Estas coinciden con las Figuras 36 y 38 respectivamente.

La Matriz de Gestión de las Comunicaciones sirve para establecer una guía clara sobre cuáles deben ser las herramientas de comunicación con los interesados, su medio, frecuencia, entregables, etc. Esta se muestra en la Tabla 11. Al igual que con las demás herramientas, la organización que la adopte podría tener que variarla de acuerdo con sus necesidades.

Finalmente, para el grupo de proceso de cierre, éste se encuentra conformado por la aprobación final del cliente (cierre del diseño) y el proceso post producción ilustrado en la Figura 38 en la Sección 4.4.1.

Tabla 8

Matriz RACI para el proceso Pre Orden de Compra

Actividad o Entregable	Ing. de Diseño	Cliente	Equipo de Operaciones	Depto. de Cotizaciones	Proveedores Externos
Recibir solicitud de cotización del cliente	I	R			
Ingreso de RFQ en Software de Proyectos	R				
Clarificación de requerimientos técnicos	R	I	C		
Realizar consultas técnicas a Operaciones	R		A		
Rechazar solicitud de cotización	R	I	I		
Enviar propuesta de solución técnica	R	I	C		
Retroalimentación del Cliente	A	R			
Finalizar detalles técnicos	R	I	C		
Generar un número de parte para el conector personalizado	R	I			
Cotizar componentes con proveedores externos	R				I
Personalizar la SOW	R	I	C		
Generar hoja de costos y enviar al departamento de Cotizaciones	R			C/I	
Generar cotización	A			R	
Enviar cotización y SOW al cliente	R	I		I	

Nota: La Tabla 8 muestra los involucrados con función de responsable (R), aprobador (A), consultado (C) o informado (I) para el proceso antes de la orden de compra. Autoría propia.

Tabla 9

Matriz RACI para el proceso Post Orden de Compra

Actividad o Entregable	Ing. de Diseño	Cliente	Dibujante	Diseñador de PCBs	Equipo de Operaciones
Ingresar Orden de Compra del cliente	I	R			
Crear proyecto en Software de Proyectos	R		I	I	I
Ingresar solicitud de plano a dibujante	R	I	I		
Generación de plano	A		R		
Enviar plano al cliente	R	A			
Actualizar el plano	A	I	R		
Reunión de revisión del diseño con Operaciones	R				C
Actualizar el plano y reenviar al cliente	R, A	A	R		
Ingresar solicitud de diseño de PCB	R	I		I	
Generar diseño de PCB	A			R	I
Ingresar solicitud para actualizar plano	R	I	I		
Actualizar plano del conector con nueva PCB	A		R		I
Enviar plano al cliente para aprobación final	R	A			
Actualizar el diseño	R, A	A	R		
Comunicar cambios finales a Operaciones	R	I			A
Cerrar proyecto en Software de Proyectos	R		I	I	I

Nota: La Tabla 9 muestra los involucrados con función de responsable (R), aprobador (A), consultado (C) o informado (I) para el proceso post orden de compra. Autoría propia.

Tabla 10*Matriz RACI para el proceso Post Producción*

Actividad o Entregable	Ing. de Diseño	Cliente	Dibujante	Equipo de Operaciones
Primera orden manufacturada	I	I		R
Enviar resumen de producción a Diseñadores y Operaciones	I			R
Asignar acciones correctivas al personal responsable	I			R
Analizar cambios en el diseño	R			
Ingresar solicitud de actualización del plano	R		I	I
Actualizar el plano	A		R	
Enviar plano actualizado al cliente	R	A		I
Actualizar el plano	A	A	R	I
Fin del diseño	R	I		I

Nota: La Tabla 10 muestra los involucrados con función de responsable (R), aprobador (A), consultado (C) o informado (I) para el proceso post producción. Autoría propia.

Tabla 11*Matriz de Gestión de las Comunicaciones*

Comunicación	Objetivo	Medio	Frecuencia	Interesados	Responsable	Entregable	Formato
Ingreso de RFQ (Solicitud de Cotización) en Software de Gestión de Proyectos	Llevar un registro de las solicitudes de cotizaciones de los clientes	Software de Gestión de Proyectos	Por cada solicitud de cotización	Ingeniero de Diseño y el Cliente	Ingeniero de Diseño	RFQ ingresado en software	Ingreso virtual de solicitud
Cotización	Cotizar el diseño personalizado	Correo Electrónico	Por cada solicitud de cotización	Ingeniero de Diseño, Departamento de Cotizaciones y el Cliente	Ingeniero de Diseño	Cotización	PDF
SOW (Declaración de Trabajo)	Enviar una Declaración de Trabajo junto con la cotización	Correo Electrónico	Por cada solicitud de cotización	Ingeniero de Diseño y el Cliente	Ingeniero de Diseño	SOW (Declaración de Trabajo)	PDF
Correos y/o Reuniones con el Cliente	Comunicaciones generales del proyecto. Aclaración de dudas sobre los requerimientos durante la etapa de cotización. Aclaración de dudas o correcciones durante la etapa de diseño.	Correos o Reuniones Virtuales (Zoom, Teams, etc.)	A solicitud del cliente o por necesidad del ingeniero de diseño.	Ingeniero de Diseño y el Cliente	Ingeniero de Diseño y el Cliente	Correos electrónicos o Reuniones	Correos electrónicos o Reuniones

Comunicación	Objetivo	Medio	Frecuencia	Interesados	Responsable	Entregable	Formato
Orden de Compra	Orden de compra del cliente (inicio del proyecto)	Correo Electrónico	A necesidad del cliente	Ingeniero de Diseño, Departamento de Compras y el Cliente	Cliente y Departamento de Compras	Orden de Compra ingresada en el sistema	PDF
Ingreso del Proyecto en Software de Gestión de Proyectos	Gestionar el proyecto por medio de un software	Software de Gestión de Proyectos	Por cada diseño nuevo	Equipos de Diseño y Operaciones	Ingeniero de Diseño	Proyecto creado en Software de Gestión de Proyectos	Proyecto creado en Software de Gestión de Proyectos
Aprobación Inicial del Cliente	Recibir aprobación para el diseño inicial	Correo Electrónico	Por cada diseño nuevo	Ingeniero de Diseño y el Cliente	Ingeniero de Diseño	Plano Inicial del Diseño	Correo electrónico con plano adjunto
Reunión de Revisión de Diseño con Operaciones	Que Operaciones dé el visto bueno del diseño inicial o ejecutar modificaciones de ser necesario	Correos o Reuniones Virtuales (Zoom, Teams, etc.)	Por cada diseño nuevo	Ingeniero de Diseño y Equipo de Operaciones	Ingeniero de Diseño	Correos electrónicos o Reuniones con Plano adjunto	Correos electrónicos o Reuniones con Plano adjunto
Aprobación Final del Cliente	Recibir aprobación final para proceder a manufacturar la orden	Correo Electrónico	Por cada diseño nuevo	Ingeniero de Diseño y el Cliente	Ingeniero de Diseño	Plano Final del Diseño	Correo electrónico con plano adjunto
Correo de Resumen de Cambios a Operaciones	Comunicar cualquier cambio que se haya realizado posterior al diseño inicial	Correo Electrónico	Por cada diseño nuevo, de ser necesario	Ingeniero de Diseño y Equipo de Operaciones	Ingeniero de Diseño	Correo Electrónico	Correo Electrónico

Comunicación	Objetivo	Medio	Frecuencia	Interesados	Responsable	Entregable	Formato
Cierre de Proyecto en Software de Gestión de Proyectos	Registrar el cierre del proyecto	Software de Gestión de Proyectos	Por cada diseño nuevo	Ingeniero de Diseño y Equipo de Operaciones	Ingeniero de Diseño	Proyecto cerrado en software de gestión de proyectos	Proyecto cerrado en software de gestión de proyectos
Correo de Resumen de Producción	Comunicar problemas de calidad posterior a la primera orden	Correo Electrónico	Por cada diseño nuevo, posterior a la primera orden	Ingeniero de Diseño y Equipo de Operaciones	Representante de Operaciones	Correo Electrónico	Correo Electrónico

Nota: Autoría propia.

4.4.2.1 Resumen de recomendaciones de mejora

En resumen, para los grupos de proceso de inicio y planificación se recomendó emplear la cotización y la SOW para controlar el alcance, tiempo y costo del proyecto. De esta forma, cualquier cambio en el diseño requiere de una cotización actualizada para poder proceder. El grupo de proceso de ejecución corresponde a la etapa de diseño una vez recibida la orden de compra. En el diseño se utiliza un ciclo de vida Predictivo. En cuanto al grupo de proceso de monitoreo y control, se emplean cuatro puntos de control (ver Figura 36): la primera aprobación del diseño por parte del cliente, la reunión de revisión del diseño con el equipo de Operaciones, la aprobación final del diseño por parte del cliente, y la comunicación de cambios finales a Operaciones. Mientras que el grupo de proceso de cierre está conformado por la aprobación final del cliente y el proceso Post Producción ilustrado en la Figura 38.

Se emplearon herramientas del PMI tales como la Estructura de Desglose de Recursos (Figura 39) para ilustrar todos los recursos necesarios para el diseño y manufactura. Se utilizó la Matriz RACI (Tablas 8, 9 y 10) para esclarecer quiénes son los responsables, los encargados, los que deben ser consultados y quiénes hay que mantener informados. La Tabla 8 muestra todos los pasos empleados en el proceso Pre Orden de Compra (Figura 35), la Tabla 9 muestra los pasos del proceso Post Orden de Compra (Figura 36) y la Tabla 10 lo hace para el proceso Post Producción (Figura 38). Por último, se desarrolló una Matriz de Gestión de las Comunicaciones (Tabla 11) para establecer una guía clara sobre cuáles deben ser las herramientas de comunicación con los interesados, su medio, frecuencia, entregables, entre otros.

4.4.3 Aplicación de Kanban

En la Sección 4.1 se explicó que en ocasiones se dan picos en la carga de trabajo del departamento de Diseño en Samtec. Los dibujantes reciben solicitudes de creación o actualización de planos por parte de cualquier ingeniero de diseño. Lo mismo sucede con los diseñadores de PCBs. Esto puede ocasionar atrasos en los tiempos de entrega de los planos y diseños de PCBs. Por consiguiente, se impacta el tiempo de diseño y se perjudica al cliente en última instancia. También puede suceder que algunos ingenieros de diseño experimenten una carga de trabajo mucho más alta que los demás. Por esto, podría ser estratégico que, en determinadas circunstancias, se distribuya la carga de trabajo a otros ingenieros de diseño que sí la pueden absorber.

Para solucionar esta problemática de picos en la carga de trabajo, se recomienda utilizar reuniones diarias entre los integrantes del equipo de diseño (ingenieros de diseño, dibujantes y diseñadores de PCBs). La duración de la reunión debe ser de 15 minutos máximo, con el objetivo único de revisión del tablero Kanban, el cual debe mantenerse siempre al día. También se deben revisar temas como: qué bloqueos hay y qué acciones se pueden tomar, manejo de cuellos de botella, riesgos de no cumplir con tiempos de entrega y expectativas de los clientes, imprevistos y cualquier necesidad de colaboración.

Como se mencionó en la Sección 2.3.2.1.2, en Kanban existen tres métricas importantes a tomar en cuenta: Tiempo de Respuesta, Tiempo de Espera y la Gráfica de Cuello de Botella o Flujo Acumulado. La primera es el tiempo que transcurre desde que el ingeniero de diseño ingresa la solicitud al dibujante o diseñador de PCBs, hasta que reciba el plano o diseño correspondiente. Se debe estandarizar un valor para esta métrica, ya que de lo contrario los dibujantes y diseñadores no se sentirán presionados a cumplir con un tiempo máximo. Lo mismo sucede con el Tiempo de Espera, que es el tiempo que dura el dibujante o diseñador de

PCBs desde que inició el trabajo hasta que lo completó. La empresa que adopte esta guía de administración de proyectos deberá estandarizar estos valores de acuerdo con el tipo de solicitud y complejidad del diseño. A continuación, se muestran algunos valores estandarizados. Estos valores fueron establecidos con base en la experiencia del autor:

Tabla 12

Valores Estandarizados de Tiempo de Respuesta

Tiempo de Respuesta (Días):	
Dibujantes	
Cambio de Texto (Días):	1
Plano Complejidad Simple (Días):	2
Plano Complejidad Media (Días):	3
Plano Complejidad Alta (Días):	5
Actualización de PCB (Días):	2
Diseñadores de PCBs	
Diseño Complejidad Simple (Días):	2
Diseño Complejidad Media (Días):	3
Diseño Complejidad Alta (Días):	5

Nota: Elaboración Propia. Valores estandarizados con base en la experiencia del autor.

Tabla 13

Valores Estandarizados de Tiempo de Espera

Tiempo de Espera (Hrs):	
Dibujantes	
Cambio de Texto (Hrs):	0,5
Plano Complejidad Simple (Hrs):	2
Plano Complejidad Media (Hrs):	4
Plano Complejidad Alta (Hrs):	8
Actualización de PCB (Hrs):	2
Diseñadores de PCBs	
Diseño Complejidad Simple (Hrs):	2
Diseño Complejidad Media (Hrs):	4
Diseño Complejidad Alta (Hrs):	8

Nota: Elaboración Propia. Valores estandarizados con base en la experiencia del autor.

Con base en estos valores, es posible establecer métricas y medir mensualmente el rendimiento del departamento o del individuo en específico.

Con respecto a la Gráfica de Cuellos de Botella (o Flujo Acumulado), esta herramienta es utilizada para detectar visualmente en dónde se está generando un cuello de botella en el proceso. El motivo por el cual se está generando el cuello de botella, y las medidas que se deben tomar como equipo para atacarlo requiere de análisis por parte del equipo de trabajo. La gráfica no es capaz de contestar estas preguntas. Únicamente se utiliza para observar en dónde y en qué momento se está generando el problema.

4.4.3.1 Ejemplo de aplicación de Kanban N°1

A continuación, se muestra un ejemplo genérico de un tablero Kanban. El mismo debe contener al menos tres columnas: Por Hacer, Haciendo y Hecho. Aquí se muestra un caso hipotético donde un departamento cuenta con cuatro dibujantes y dos diseñadores de PCBs. Pero la empresa que adopte esta guía podría tener más o menos personal.

Tabla 14

Tablero Kanban para el Equipo de Diseño

Tablero Kanban			
Integrante	Por Hacer (Hrs)	Haciendo (Hrs)	Hecho (Hrs)
Dibujantes			
Bernal	32	8	8
Cesar	10	8	8
Erick	5	8	8
Maria	16	8	8
Diseñadores de PCBs			
Luis	30	8	8
Jennifer	15	8	8

Nota: Elaboración propia. Ejemplo genérico propuesto por el autor.

Para generar la Gráfica de Flujo Acumulado, se debe anotar esta información día a día. Se recomienda generar la misma para monitorear el desempeño del departamento. Se debe generar una gráfica para los dibujantes y otra para los diseñadores de PCBs. Esto para poder

determinar si el cuello se está generando en el área de confección de planos, o en el área de diseño de PCBs. De lo contrario, no es posible determinarlo.

La Tabla 15 muestra un ejemplo genérico de datos utilizados para generar una Gráfica de Flujo Acumulado. La misma utiliza información recopilada de 5 días, pero debe generarse mes a mes o mientras la carga de trabajo esté alta en el departamento. Esta tabla muestra únicamente los datos de los Dibujantes, con el total de horas día a día.

Tabla 15

Ejemplo 1: Tablero Kanban para los Dibujantes

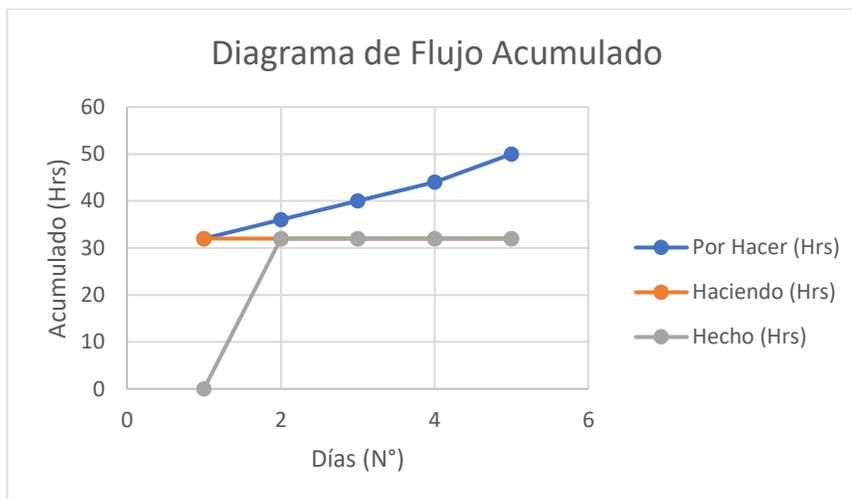
Día	Por Hacer (Hrs)	Haciendo (Hrs)	Hecho (Hrs)
1	32	32	0
2	36	32	32
3	40	32	32
4	44	32	32
5	50	32	32

Nota: Elaboración propia. Ejemplo genérico propuesto por el autor.

A partir de estos datos, se genera la Gráfica de Flujo Acumulado. En el eje X se muestran los días; mientras que en el eje Y, el acumulado de horas. Se deben generar tres curvas a partir de los datos mostrados en las tres columnas del tablero: Por Hacer, Haciendo y Hecho. La Figura 40 muestra el Gráfico de Flujo Acumulado para la Tabla 15. Nótese que la curva Haciendo y Hecho se traslapan en los días 2 a 5, ya que ambas tienen una duración de 32 horas en cada día. Esto no siempre es así y lo que se muestra es sólo un caso hipotético.

Figura 40

Ejemplo 1: Diagrama de Flujo Acumulado para los Dibujantes



Nota: Elaboración propia. Diagrama de Flujo Acumulado para la Tabla 15.

Al analizar la gráfica, claramente se observa que la cantidad de trabajo Por Hacer se está acumulando. En ese punto se está generando un cuello de botella. Sin embargo, se evidencia que los dibujantes están hicieron un buen trabajo esa semana. Asumiendo que hay cuatro dibujantes en el departamento (ver Tabla 14) y que cada uno trabaja 8 horas al día, cada uno está completando las 8 horas de trabajo que tienen asignados. Esto se observa al comparar los datos de la columna Haciendo con la columna Hecho de la Tabla 15. Es decir, en total logran completar las 32 horas que se les asigna. Excepto por el primer día, que como acababan de empezar, no tienen trabajo completado o Hecho.

El cuello de botella en Por Hacer quiere decir que cada día los ingenieros de diseño les están asignando más carga de trabajo. Sin embargo, los dibujantes sólo son capaces de completar 8 horas al día de acuerdo con el horario de trabajo. Por lo que, para solventar este hecho se podrían asignar horas extra por semana para disminuir la carga entrante. O bien, si esto no es posible, los ingenieros de diseño pueden utilizar esta data para comunicar a los clientes posibles retrasos en las fechas de entrega. También, el departamento puede utilizar el

histórico de esta data para solicitar más dibujantes si el incremento en la carga de trabajo se convierte en una tendencia. La data puede servir como respaldo para justificar más personal.

4.4.3.2 Ejemplo de aplicación de Kanban N°2

La Tabla 16 y Figura 41 muestran otro posible escenario que podría ocurrir en el departamento de diseño. En este caso, también se está generando un cuello de botella en la cantidad de trabajo Por Hacer. Pero también se observa un cuello de botella en el trabajo que se está Haciendo.

Tabla 16

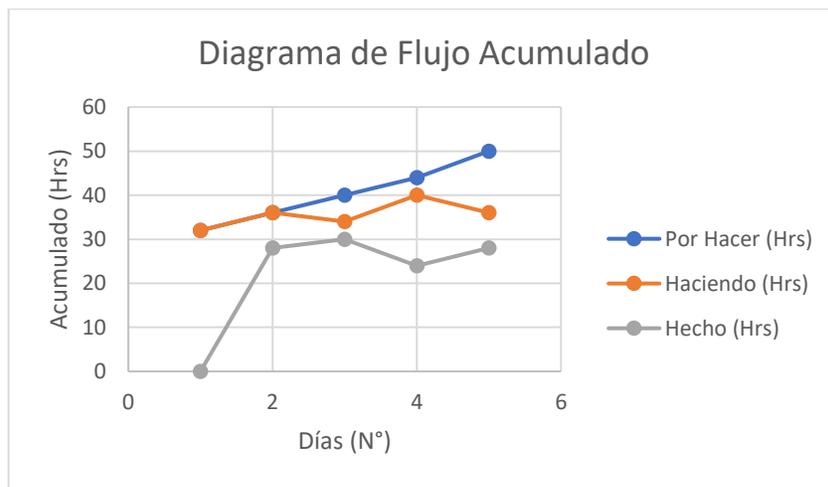
Ejemplo 2: Tablero Kanban para los Dibujantes

Día	Por Hacer (Hrs)	Haciendo (Hrs)	Hecho (Hrs)
1	32	32	0
2	36	36	28
3	40	34	30
4	44	40	24
5	50	36	28

Nota: Elaboración Propia. Ejemplo genérico propuesto por el autor.

Figura 41

Ejemplo 2: Diagrama de Flujo Acumulado para los Dibujantes



Nota: Elaboración propia. Diagrama de Flujo Acumulado para la Tabla 16.

Analizando estos datos, se logra observar que los dibujantes no están logrando completar las 8 horas de trabajo diarias que se les asigna. Cada día trabajan horas extra para compensar por el trabajo que no pudieron completar el día anterior. Esto es, asumiendo que 32 horas combinadas es el máximo que los dibujantes pueden laborar al día con un total de cuatro dibujantes.

Las causas de esto pueden ser variadas. Debe analizarse cada caso en concreto para determinarlo. Un posible escenario es que el ingeniero de diseño no está determinando correctamente la complejidad del plano. Es decir, interpreta un plano de complejidad media cuando en realidad es alta. El otro posible escenario es que el ingeniero de diseño está solicitándole al dibujante cambios durante el proceso. Este escenario no es ideal y podría ocurrir si el cliente está solicitando cambios, o bien, si el ingeniero de diseño está solicitando cambios debido a un error de su persona. El tercer escenario es que el dibujante no posee las aptitudes necesarias (requiere entrenamiento) o aún está en proceso de aprendizaje.

Los dos casos presentados son los más comunes que posiblemente enfrente la empresa que adopte la presente guía de administración de proyectos. Sin embargo, pueden darse otros escenarios que requerirán de su propio análisis e interpretación para determinar las causas del cuello de botella y las acciones para contrarrestarlo.

4.4.3.3 Resumen de recomendaciones de mejora

En resumen, en ocasiones en Samtec se presentan picos en la carga de trabajo del equipo de diseño. Esto ocasiona que los dibujantes y diseñadores de PCBs estén sobrecargados con solicitudes de diferentes ingenieros de diseño. Por consiguiente, se atrasan los diseños y esto afecta los tiempos de entrega de los clientes. Al emplear Kanban se puede mejorar la sinergia dentro del equipo de diseño; permitiendo detectar cuellos de botella a tiempo y tomar acciones para minimizar el impacto a los clientes. También puede suceder que

algunos ingenieros de diseño experimenten una carga de trabajo mucho más alta que los demás. Por esto, podría ser estratégico que, en determinadas circunstancias, se distribuya la carga de trabajo a otros ingenieros de diseño que sí la pueden absorber. Las recomendaciones para emplear son:

- Reuniones diarias de máximo 15 min integradas por los ingenieros de diseño, los dibujantes y los diseñadores de PCBs.
- Revisión diaria del Tablero Kanban donde los dibujantes y diseñadores de PCBs exponen lo que tienen Por Hacer, lo que están Haciendo y lo que está Hecho.
- Implementación de métricas de Tiempo de Espera y Tiempo de Respuesta en el departamento.
- Creación y seguimiento diario de la Gráfica de Flujo Acumulado para detección de cuellos de botella.

En las Secciones 4.4.3.1 y 4.4.3.2 se desarrollan dos ejemplos de posibles casos reales en donde se elaboran los tableros Kanban, la Gráfica de Flujo Acumulado y su interpretación. En las Tablas 12 y 13 se muestran propuestas de valores estandarizados de Tiempo de Espera y Tiempo de Respuesta para el departamento de diseño.

4.4.4 Aplicación de DevOps

Como se mencionó en la Sección 2.3.2.1.3, el beneficio principal que busca la metodología DevOps es una interacción continua entre los equipos de Desarrollo y Operaciones. En el pasado, antes de la creación de DevOps, era común que los Desarrolladores crearan software que posteriormente daba muchos problemas en el ambiente operativo. El problema radicaba en que, una vez puesto en marcha el software, transcurría mucho tiempo para que Desarrollo recibiera la retroalimentación de Operaciones.

Extendiéndose aún más el proceso de desarrollo de un software libre de fallas y que cumpliera con las expectativas del cliente acertadamente.

De ahí que se creara el ciclo de vida de DevOps (ver Figura 24, Sección 2.3.2.1.3), que busca una interacción continua entre ambos equipos. De esta forma, la retroalimentación por parte de Operaciones y el cliente es más constante, se completa el proyecto en menor tiempo y se entrega un producto de mayor calidad con menos defectos en el ambiente operativo.

Con base en todo lo anterior, se agregó un nuevo paso en el flujo de proceso Pre Orden de Compra (ver Figura 35, Sección 4.4.1); éste es el de Consultar Capacidades Técnicas con Operaciones. Los ingenieros de diseño pueden consultar si el diseño propuesto es viable desde el punto de vista de manufactura o si presenta oportunidades de mejora. De esta forma, se evita cotizar algo que podría no ser posible de manufacturar. Generando inconvenientes tanto para el cliente como para la empresa.

También se agregaron dos puntos en el mapeo de proceso Post Orden de Compra (ver Figura 36, Sección 4.4.1); estos son la Reunión de Revisión del Diseño con Operaciones y Comunicar Cambios Finales a Operaciones. El primero consiste en tener una reunión con el equipo de Operaciones una vez que se recibe la aprobación inicial del diseño por parte del cliente. En dicha reunión, se revisa el plano del diseño y se recibe retroalimentación por parte de todo el equipo de Operaciones con el fin de que el diseño no presente problemas en la etapa de manufactura. La idea es capturar los comentarios de los ingenieros de manufactura, proceso, tooling, testeó eléctrico, empaque, etiquetado, supervisor de producción, etc. En el segundo caso (Comunicar Cambios Finales a Operaciones), se agregó un paso posterior a la aprobación final del cliente en donde se le comunica a Operaciones cualquier cambio que pudo haber habido posterior al diseño de la PCB y la aprobación final del cliente. Por ejemplo, un incremento en las dimensiones de las PCBs o cualquier cambio menor que pudo haber solicitado el cliente a última hora.

Además de esto, se agregó un flujo de proceso Post Producción con el fin de capturar retroalimentación una vez fabricada la primera orden (ver Figura 38, Sección 4.4.1). El proceso consiste en que el equipo de Operaciones deberá enviar un correo tanto a los diseñadores como a operaciones, indicando si la manufactura de la primera orden fue exitosa o si hubo defectos de calidad. Si alguno de estos defectos fue debido al diseño, el ingeniero de diseño responsable deberá analizar la solicitud para determinar su viabilidad. Después, deberá ingresar una solicitud al dibujante para actualizar el plano correspondiente. El plano debe ser enviado al cliente para notificarle del cambio al igual que el motivo de este.

Con todos estos cambios, se mejora el ciclo de vida del diseño de conectores. Al tomar la retroalimentación de Operaciones en diferentes puntos del ciclo de vida (post orden de compra y post producción), se asegura un diseño más robusto, holístico y bien a la primera.

4.4.4.1 Resumen de recomendaciones de mejora

En ocasiones, en Samtec se dan muchas quejas por parte de Operaciones ya que muchos de los diseños acaban teniendo problemas de calidad, atrasos en las fechas de entrega y alto porcentaje de Scrap. Los flujos de proceso Pre y Post Orden de Compra (ver Figuras 33 y 34) podrían ser reestructurados para incorporar la retroalimentación del equipo de Operaciones. De esta forma, los diseños podrían ser más robustos, holísticos y bien a la primera. Las mejoras planteadas son las siguientes:

- Se propuso un nuevo flujo de proceso Pre Orden de Compra (ver Figura 35) con un nuevo paso en donde se le consulta al equipo de Operaciones si el diseño propuesto es viable desde el punto de vista de manufactura.
- Se propuso un nuevo flujo de proceso Post Orden de Compra (ver Figura 36) con dos nuevos pasos: la Reunión de Revisión del Diseño con Operaciones y la Comunicación de Cambios Finales a Operaciones.

- Se ideó un nuevo flujo de proceso Post Producción con el fin de capturar la retroalimentación de Operaciones una vez fabricada la primera orden (ver Figura 38, Sección 4.4.1). La intención es asignar acciones correctivas para evitar inconvenientes en futuras órdenes. Este proceso actualmente no existe en Samtec y representa una importante oportunidad de mejora.

5 Conclusiones

Con base en los objetivos planteados, la investigación e información recopilada y el análisis de la situación actual en Samtec, se desarrollaron las siguientes conclusiones:

1- De las metodologías de administración de proyectos seleccionados, se determinó que las siguientes características fueron útiles para el desarrollo de la presente guía:

a. Waterfall:

i. Generación de Valor:

1. La presente guía de aplicación fue desarrollada mediante el marco de trabajo Predictivo. Este se basa en los cinco grupos de procesos: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre.
2. Mediante el control del alcance del diseño es posible controlar el costo y tiempo del proyecto. En la presente guía de aplicación, el alcance es controlado por medio de la cotización y SOW en la etapa de inicio/planificación.

ii. Trabajo en Equipo: Se emplearon herramientas del PMI como la Estructura de Desglose de Recursos (EDR), Matriz RACI y Matriz de Gestión de las Comunicaciones. Estas permiten analizar todos los recursos necesarios; identificar los responsables, los aprobadores, los que deben ser consultados y a quiénes hay que mantener informados; y estandarizar los métodos de comunicación para las distintas etapas de un proyecto.

iii. Relación con el Cliente: La cotización y la SOW (Declaración de Trabajo) mejoran la comunicación con el cliente ya que definen con claridad el alcance, tiempo y costo del diseño.

b. Lean:

- i. Generación de Valor: permite idear un flujo de proceso con el mínimo de desperdicios y el máximo valor agregado para el cliente.
- ii. Trabajo en Equipo: facilita el trabajo entre los integrantes de los departamentos de diseño y manufactura, al optimizar el flujo de proceso del diseño mediante la reducción de desperdicios.
- iii. Relación con el Cliente: permite idear un flujo de proceso que reduce al máximo los desperdicios y le brinda al cliente el máximo valor posible. Esto se traduce en una disminución en los defectos de calidad, scrap y atrasos en los tiempos de entrega.

c. Kanban:

- i. Generación de Valor: brinda herramientas para detectar cuellos de botella durante el proceso de diseño. Estas herramientas son: reuniones diarias, revisión del Tablero Kanban, y métricas de desempeño (tiempo de respuesta, tiempo de espera y gráfica de flujo acumulado).
- ii. Trabajo en Equipo: mejora la comunicación y la integración dentro del equipo de trabajo por medio de las reuniones diarias. También permite monitorear y regular las cargas de trabajo por medio de la revisión del tablero. Esto ayuda a detectar cuello de botella, priorizar actividades y estimar la duración real de las tareas.
- iii. Relación con el Cliente: provee las herramientas para detectar cuellos de botella y evitar atrasos en los tiempos de diseño. Esto beneficia al cliente directamente.

d. DevOps:

- i. Generación de Valor: brinda un marco conceptual para desarrollar un flujo de proceso que integre, en distintas etapas del ciclo de diseño, la retroalimentación de Operaciones con el objetivo
 - ii. Trabajo en Equipo: brinda un marco para la generación de un diseño holístico que sea sencillo de manufacturar, más fácil de interpretar por parte de los operarios, sin atrasos en la línea de producción y con menos defectos de calidad.
 - iii. Relación con el Cliente: provee una guía para idear un nuevo flujo de proceso que integra, a lo largo del proceso de diseño, la retroalimentación de Operaciones. Esto mejora la relación con los clientes internos de la empresa (Operaciones). También mejora la relación con los clientes externos a producir conectores con menos defectos de calidad, scrap y mejores tiempos de entrega.
- 2- Se investigaron tres tesis de maestría (ver Sección 4.2) diferentes que utilizaron Waterfall, Lean y Kanban, mas no se encontraron trabajos en los que se empleara DevOps. El análisis de estas brindó una guía para aplicar elementos de ellas al diseño de conectores electrónicos.
- 3- Se determinó que las condiciones requeridas para la aplicación de la presente guía son:
- a. La empresa cuenta con sus propios diseñadores de conectores electrónicos.
 - b. La empresa cuenta con sus propios diseñadores de PCBs.
 - c. La empresa cuenta con sus propios dibujantes.
 - d. La empresa cuenta con su propia planta de manufactura capaz de realizar todos los procesos correspondientes.
 - e. La empresa cuenta con su propio departamento de Compras para realizar la cotización y compra de componentes, materiales y suministros.

- 4- Se realizó una guía de aplicación de enfoques híbridos para proyectos de diseño de conectores utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps (Ver Sección 4.4).

6 Recomendaciones

Con base en los objetivos planteados, la investigación e información recopilada y el análisis de la situación actual en Samtec, se elaboraron las siguientes recomendaciones, todas dirigidas al Gerente General de la empresa, al Gerente de Recursos Humanos y al Gerente del Departamento de Diseño de conectores:

- 1- La presente guía de aplicación fue desarrollada asumiendo que la empresa cuenta con su propio equipo de diseño, equipo de manufactura y planta de producción con todos los procesos necesarios para la fabricación de los conectores. Si la empresa utiliza a un tercero para cualquiera de los procesos mencionados o emplea personal Freelance, la Estructura de Desglose de Recursos (Figura 39) podría variar al igual que las matrices RACI (Tablas 8, 9 y 10).
- 2- Se recomienda que los diseñadores de conectores, PCBs y dibujantes sean recursos propios de la empresa; ya que si se utilizan empresas externas o agentes Freelance pueden haber conflictos de intereses con otros proyectos, baja disponibilidad de recursos, diferentes zonas horarias que dificultan la comunicación, entre otros.
- 3- La metodología Kanban propuesta asume que los diseñadores y dibujantes son recursos propios de la empresa y están localizados en el mismo sitio. Lo cual facilita la comunicación para las reuniones periódicas y el intercambio de ideas. De no ser así, la metodología igual es aplicable pero es necesario realizar ajustes como el uso de un software de Kanban para personal externo o que trabaje remoto.
- 4- Si se utilizan empresas externas o personal Freelance, es necesario brindarles capacitaciones para que empleen los métodos de diseño y estándares de manufactura

de la empresa contratante. De esta forma, se entrenan sobre los métodos de diseño, los softwares utilizados, los estándares de industria, las políticas y procedimientos de la empresa, estándares de calidad, entre otros. Así, se estandarizan los métodos, se obtiene una comunicación más fluida entre las partes y se asegura consistencia en los resultados.

7 Validación del trabajo en el campo del desarrollo regenerativo y/o sostenible

El desarrollo sostenible y regenerativo se han vuelto un tema de altísima importancia en las últimas décadas. Sabemos que se necesita de un cambio inminente o la humanidad no tendrá un futuro. Los impactos en materia ambiental por el desarrollo desproporcional del ser humano son bien sabidos: el cambio climático, la contaminación, la pérdida de biodiversidad y ecosistemas, entre otros. Pero el desarrollo sostenible va más allá de lo ambiental. Comprende un concepto más holístico que abarca la desigualdad económica, la paz mundial, los derechos humanos, el acceso a la educación, la preservación de nuestra identidad y cultura, entre otros aspectos.

El desarrollo regenerativo se diferencia del sostenible en que el primero busca que los recursos se regeneren infinitamente. De manera que nuestros hijos y toda su descendencia futura siempre tenga suficientes recursos para subsistir. Mientras que el desarrollo sostenible sólo busca que existan suficientes recursos para nuestros hijos; mas no su descendencia que vendrá a futuro. Ya no es suficiente con “sostener”. Se necesita investigar y cultivar prácticas que le permitan suficiente tiempo a la tierra para regenerar los recursos que se utilizan.

La presente guía de aplicación para el diseño de conectores electrónicos es neutra. Es decir, puede ser utilizada por cualquier empresa y no está diseñada para una organización en particular. Por ello, el presente trabajo no impacta de forma favorable o desfavorable al desarrollo sostenible o regenerativo per se. Más bien, depende de la organización que la esté implementando y de qué forma la utilice. La empresa en cuestión debe preocuparse por implementar políticas internas en pro de la preservación del medio ambiente. Para ello, existen diversas certificaciones como los son ISO:14001 e ISO:50001 para le gestión ambiental y energética respectivamente. Los dispositivos electrónicos contienen diversos polímeros, sustratos, plomo y otros metales que requieren de medidas de disposición especiales. También

se emplean químicos para el proceso de Plating de los pines de contacto de los conectores. Estos químicos pueden ser particularmente dañinos para las personas y el medio ambiente si no se manipulan y se dispone de ellos apropiadamente.

Como se mencionó anteriormente, el desarrollo sostenible y regenerativo abarca mucho más que sólo la preservación del medio ambiente, los animales y demás especies de la naturaleza. También implica una serie de medidas como la disminución de la pobreza, la distribución equitativa de los recursos, el acceso a la educación, la igualdad social y de género, la libertad de credo, cero violencia y promoción de la paz, entre otros. De ahí que se reitera que velar por el cumplimiento de cada uno de estos aspectos es responsabilidad de la empresa que implemente la presente guía. Es decir, de sus políticas, normativas y capacitación de su personal. De su adherencia a las diversas directrices gubernamentales e internacionales, el cumplimiento con normativas y estándares internacionales, entre otros.

7.1 Relación del proyecto con los objetivos de Desarrollo Sostenible

Las Naciones Unidas estableció la Agenda 2030, la cual comprende un conjunto de objetivos y metas a cumplir a más tardar para el 2030. En total suman 17 objetivos en favor del desarrollo sostenible. A continuación, se menciona cada uno de estos objetivos y cómo el presente proyecto debería desarrollarse para contribuir al cumplimiento de cada una de estas metas.

7.1.1 Fin de la pobreza

Según las Naciones Unidas, actualmente un 10% de la población mundial vive en pobreza extrema. Esta situación se agrava con la pandemia del Covid-19, donde se estima posible que la pobreza extrema incremente en un 8% más. Desde 1990 al 2015, se logró disminuir la pobreza extrema de un 36% a un 10%. La crisis sanitaria del Coronavirus podría representar la primera vez 33 años que el índice de pobreza aumente. Una de las metas de

este objetivo es erradicar por completo la pobreza extrema para el 2030. (Naciones Unidas [ONU], s.f.).

Como se mencionó inicialmente en el apartado 7.0, la presente guía de aplicación es neutra y no está en pro ni en contra del primer objetivo de las Naciones Unidas. Sino más bien es responsabilidad de la empresa que la implemente el implementar medidas a lo interno para contribuir con el cumplimiento de este objetivo. Por ejemplo, la organización en cuestión podría asignar un programa de voluntariado a cargo del departamento de recursos humanos. Así, podrían organizarse eventos a lo interno con programas para alimentar a los habitantes de calle, o ayudar a damnificados por desastres naturales con comida, ropa y donaciones financieras. También, RRHH debe preocuparse por ofrecer un salario digno a sus trabajadores y condiciones de trabajo justas e igualitarias. Así, contribuyen indirectamente a este objetivo. Ofreciendo un trabajo digno a potencialmente cientos de personas a nivel nacional o internacional.

7.1.2 Hambre cero

Se estima que actualmente un 8.9% de la población mundial padece de hambre extrema. El hambre extrema es medida por el índice de personas con malnutrición en el planeta. El Programa Mundial de Alimentos estima que 135 millones padecen de hambre extrema. Con el paso del Covid-19, se cree posible que esa cifra se haya duplicado para finales del 2020. Indica la ONU que una de las metas para el cumplimiento de este segundo objetivo es “Para 2030, poner fin al hambre y asegurar el acceso de todas las personas, en particular los pobres y las personas en situaciones vulnerables, incluidos los lactantes, a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año” (ONU, “Metas del objetivo 2”, párrafo 2.1).

Como se mencionó en el apartado 7.1.1, la organización que implemente esta guía de aplicación poner al departamento de RRHH a cargo de la implementación de un programa de voluntariado en donde se lleven a cabo actividades para disminuir el hambre en su país. También pueden realizarse recolectas para donaciones a personas damnificadas o en estado de pobreza. Se podría implementar un programa a lo interno en donde un porcentaje anual de todas las ventas de la empresa sea destinado a una organización que esté a cargo de programas de reducción de la pobreza extrema. Esto establecería además un ejemplo a seguir para otras empresas que podrían empezar a implementar este tipo de patrón.

7.1.3 Salud y bienestar

Este objetivo se trata de la salud y bienestar de la población mundial en general. Menciona varias metas para el 2030 como la reducción de la tasa de mortalidad materna a menos de 70 mujeres por cada 100 mil partos; reducción de la mortalidad natal a al menos 12 por cada mil nacidos; reducción de la mortalidad de niños menores a 5 años a al menos 25 por cada mil niños; erradicar las epidemias del SIDA, tuberculosis y otras enfermedades transmisibles; reducir a la mitad la cantidad de muertes y lesiones por accidentes de tránsito; entre otros. (ONU, s.f.).

Desde luego, la crisis del Covid-19 ha agravado la situación. La preparación de las diversas naciones ante la respuesta de una crisis epidémica es variable. La capacidad de respuesta de los países de primer mundo desde luego es mayor que las de tercer mundo.

La organización que implementa esta guía de administración de proyectos debe implementar medidas en pro de la salud y bienestar de sus empleados. Debe garantizarles acceso a un seguro médico y servicios de salud. Implementar un programa de brigadistas para atender cualquier emergencia médica. Sería ideal el ofrecer un seguro con cobertura de atención psicológica. Un servicio de enfermería en planta, especialmente si existe una planta

de manufactura de conectores electrónicos para atender cualquier accidente laboral. De igual forma, tener profesionales en el área de salud ocupacional que implementen sistemas de seguridad en los equipos de manufactura para la prevención de incidentes. La implementación de métricas para contabilizar el número de incidentes por accidentes laborales es una medida importante a adoptar por los profesionales en esta área.

7.1.4 Educación de calidad

Se estima que para el 2018 una quinta parte de la población mundial de niños y niñas estaba fuera de la escuela. Además se calcula que aproximadamente la mitad de esta población no está alcanzando los estándares en lectura y matemáticas. Con la llegada del Covid-19, la situación empeoró drásticamente debido al cierre de las escuelas y demás centros educativos; afectando al 91% de todos los estudiantes del mundo. Peor aún, se estima que 369 millones de niños dependían de la alimentación escolar; por lo que esas familias tuvieron que buscar otras fuentes de sustento alimenticio. (ONU, s.f.).

Algunas de las metas para el 2030 son: asegurar que todos los niños y niñas terminen la educación primaria y secundaria; que todos los niños y niñas tengan acceso a educación preescolar; asegurar el acceso igualitario de hombres y mujeres a la educación técnica, profesional y universitaria; asegurar que la población con discapacidad, indígenas y niños vulnerables tengan acceso igualitario a la educación de calidad; entre otros.

Las empresas que implementen esta guía de administración de proyectos pueden utilizar a su departamento de RRHH para implementar medidas en pro del cumplimiento del cuarto objetivo. Por ejemplo, implementar un programa a lo interno para la conclusión de los estudios secundarios entre su personal, brindar opciones de financiamiento para los estudios universitarios, brindar capacitaciones y certificaciones en materia laboral, y contribuir con programas de voluntariados que estén orientados a la temática del acceso a la educación.

7.1.5 Igualdad de género

La desigualdad de género ha mejorado significativamente en los últimos años. Sin embargo, aún hay mucho trabajo por hacer. Según datos de las Naciones Unidas, a este 2023 “apenas el 15,4 % de los indicadores del Objetivo 5 de los que se disponen datos van «por buen camino», el 61,5 % se encuentra a una distancia moderada y el 23,1 % está lejos o muy lejos de las metas para 2030.” (ONU, s.f., “Objetivo 5: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas”, Datos destacables párrafo primero). Lo que indica que gran parte de las metas para este objetivo no se cumplirán en el 2030.

Se estima al día de hoy que 2400 millones de mujeres no tienen las mismas igualdades económicas que los hombres. En algunos países sigue siendo una práctica común que las mujeres se casen antes de los 18 años de edad. Por ejemplo, en el 2019, una de cada cinco mujeres se casó antes de los 18 años. Con la llegada de la pandemia del Coronavirus, los casos de violencia intrafamiliar aumentaron significativamente. Muchas mujeres y niñas sufrieron violencia doméstica ya que debían estar en confinamiento con parejas y padres abusivos. (ONU, s.f.).

Para atacar esta problemática, la organización que adopte esta guía de aplicación de proyectos debe velar por la igualdad de condiciones en temas laborales: contrataciones, salarios, beneficios, aumentos salariales, entre otros. Debe implementar una política de puertas abiertas en donde las mujeres sientan que pueden manifestar cualquier caso de violencia sexual o discriminación por su género. Todo esto de manera completamente confidencial. Las bandas salariales por puesto en la empresa deben estar muy claramente definidos y disponibles para el consultante. Se debe evidenciar que no existe distinción en temas salariales entre hombres y mujeres. Todo proceso de contratación debe ser sometido a un proceso riguroso que demuestre igual de condiciones. Si una persona no fue elegida para un puesto, se le debe explicar los motivos exactos del porqué y cuáles son las oportunidades de mejora.

7.1.6 Agua limpia y saneamiento

A pesar de que, alrededor del mundo, una gran cantidad de personas tienen acceso a agua potable salubre, aún hay mucho por mejorar. Por ejemplo, se estima que una de cada tres personas en el mundo no tiene acceso a agua potable, dos de cada cinco no poseen instalaciones básicas para el lavado de manos y 673 millones aún defecan al aire libre. Se dice que el 0.5% del agua del planeta es agua dulce aprovechable; lo que nos advierte sobre la importante crisis del agua. La crisis climática agrava el asunto aún más. Se estima que si se logra disminuir el calentamiento global de 2 °C a 1.5 °C, se reduciría a la mitad la población que sufrirá escasez de agua. El acceso al agua potable es importante y también el lavado de manos. Cabe recordar que una de las medidas principales para reducir las cifras de contagio durante la pandemia del Covid-19 fue el reforzamiento del lavado de manos. (ONU, s.f.).

Las empresas que implementen la presente guía de administración de proyectos deben garantizar el acceso a agua limpia y potable en sus instalaciones. Tanto para consumo de sus empleados como para los procesos químicos internos, de limpieza o para maquinaria. El departamento de seguridad ocupacional debe implementar una política de lavado de manos para reducir el contagio por virus y bacterias. Deben existir estaciones de lavado de manos a distancias prudentes. Al igual que duchas para operarios expuestos a sustancias químicas peligrosas. Deben fomentar que sus empleados hagan uso razonable de los recursos hídricos; tanto dentro de la organización como fuera de esta. El acceso al agua es un derecho fundamental para todos.

7.1.7 Energía asequible y no contaminante

El incremento en la implementación y uso de energía renovables ha sido bastante evidente en gran parte de los países del mundo. En muchas naciones se observa mayor cantidad de paneles solares y vehículos eléctricos. El acceso al internet y otras tecnologías

también ha mejorado. Sin embargo, aún hay mucho por hacer para lograr las metas para este objetivo planteadas en la Agenda 2030. Por ejemplo, se estima que actualmente una de cada diez personas en todo el mundo no tiene acceso a la electricidad. El principal sector afectado sigue siendo África subsahariana. Se calcula que se requiere de 35 mil a 40 mil millones de dólares anuales para garantizar el acceso universal a la electricidad para el 2030. El uso de fuentes renovables ha alcanzado el 30%. A pesar de ello, los sectores de transporte y calefacción aún tienen mucho trabajo por delante, y 2300 millones de personas aún utilizan combustibles peligrosos y contaminantes para cocinar. (ONU, s.f.).

Las empresas que implementen la presente guía de aplicación deberán preocuparse por fomentar el uso de energía renovables en sus instalaciones y procesos. Tratar de depender lo mínimo posible de los combustibles fósiles es esencial para atacar esta problemática. Deberán implementar un sistema de transporte público (busetas) eficiente para todos sus colaboradores. Al igual que fomentar una política de carpooling para reducir la contaminación. Ofrecer puntos de carga de vehículos eléctricos en el parqueo es esencial. Así se fomenta el uso de vehículos eléctricos entre sus colaboradores. Los ingenieros de seguridad ocupacional deberán velar por el uso energético eficiente y responsable. Las certificaciones en materia energética son vitales para la organización. Se recomienda ISO 50001. También deben capacitar a todos los empleados en el uso racional de los recursos energéticos dentro y fuera de la organización.

7.1.8 Trabajo decente y crecimiento económico

El objetivo 8 se enfoca en un crecimiento económico inclusivo y sostenible para garantizar opciones de empleo decentes e ingresos económicos aceptables para todas las familias. La crisis del Covid19 ha generado un impacto económico significativo. El Fondo Monetario Internacional prevé una crisis económica mundial peor que la del 2009. Con la

pandemia, muchos perdieron su empleo o sus ingresos se vieron muy reducidos. Inclusive, la cantidad de empleos informales se incrementó de forma importante.

Algunas de las metas de la ONU para este objetivo son: mantener un PIB de al menos 7% en los país menos desarrollados; generar mayor productividad económica por medio de la tecnología, diversificación e innovación; fomentar el crecimiento de los emprendimiento al igual que las pequeñas y medianas empresas mediante a condiciones favorables de acceso a créditos, entre otros; al 2030 lograr condiciones de trabajo decentes e igualdad salarial para hombres, mujeres, jóvenes y personas con discapacidad. (ONU, s.f.).

Las empresas que implementen esta guía de administración de proyectos deberán ofrecer condiciones de trabajo decentes para todos sus empleados; previniendo el maltrato en todas sus formas, el acoso y la discriminación por género, identidad, edad o credo. Deberán garantizar salarios dignos, de acuerdo con la legislación local vigente. Deberán tener bandas salariales claramente definidas para todos los puestos y los salarios de las mujeres no deben ser menores. Al igual que propiciar un programa de contratación de practicantes de colegio y universidades para promover el trabajo de los jóvenes.

7.1.9 Industria, innovación e infraestructura

La industrialización es un proceso importante para el desarrollo de los países. Permite generar más empleos y mayor crecimiento económico para un país. Sin embargo, este crecimiento debe ser inclusivo y sostenible, de lo contrario, iría en contra de los objetivos de las Naciones Unidas. La innovación juega un papel fundamental. Las naciones deben invertir en investigación y desarrollo para desarrollar nuevas tecnologías y soluciones que impulsen la economía y ofrezcan alternativas a los distintos problemas de la sociedad. La inversión en infraestructura también va de la mano con el desarrollo de una nación.

Ha habido muchas mejoras con respecto a este objetivo. Por ejemplo, en el 2019 se estima que el 96.5% de la población mundial tenía cobertura de red de al menos 2G. Sin embargo, existen áreas de mejora. Por ejemplo, la inversión en investigación y desarrollo sigue siendo menor al 1% del PIB en los países en desarrollo. Y la llegada de la pandemia del Covid-19 tuvo un impacto muy marcado en las industrias manufactureras. Donde una gran parte de los ingresos de las naciones provenía de esas fuentes. Esto también provocó afectaciones importantes en las cadenas de valor y suministro locales y mundiales. (ONU, s.f.).

Con respecto a este objetivo, las empresas que diseñan y fabrican conectores electrónicos están en la cima del desarrollo tecnológico y científico. Samtec es un ejemplo claro de una empresa de conectores electrónicos que invierte un gran porcentaje de su capital a la investigación desarrollo. Por ejemplo, actualmente están trabajando en el diseño de conectores a velocidades de 224 Gbps PAM4. Esto tendrá impactos importantes en diferentes industrias como la implementación de las redes 5G, los vehículos autónomos, el desarrollo de la inteligencia artificial y hasta aplicaciones aeroespaciales y militares. (Boesing, D., 2022).

La llegada de empresas de diseño y manufactura de conectores son una fuente importante de desarrollo tecnológico. No sólo por las opciones de empleo que ofrecen para un país en vías de desarrollo. Sino que su tecnología puede ser aplicada por los gobiernos y empresas privadas para impulsar el desarrollo tecnológico de la región y atraer más inversión extranjera. Si se realiza de forma equitativa y sostenible, vendría a ser un impulsor muy importante a los objetivos del desarrollo sostenible.

7.1.10 Reducción de las desigualdades

La desigualdad social por motivos de género, identidad, edad y credo es un factor importante a atacar. A pesar de que ha habido mejoras importantes, la desigualdad aún continúa. La llegada de la pandemia del Covid-19 agravó significativamente las cosas. La crisis

sanitaria incrementó el desempleo y disminuyó los ingresos de las familias; aumentando la desigualdad. Los países en pobreza extrema se vieron particularmente afectados. Al no tener acceso a sistemas sanitarios eficientes. Inclusive, muchos de estos países ya venían, y siguen enfrentando, crisis humanitarias de diversas índoles. Las poblaciones vulnerables han enfrentado los peores niveles de desigualdad. Por ejemplo, los refugiados y migrantes, las personas de tercera edad, las personas con discapacidad y las comunidades indígenas.

Para colaborar con este objetivo, las empresas que implementen esta guía de aplicación deben ofrecer condiciones de empleo igualitarias a pesar del género, identidad, edad o credo. Esto aplica para procesos de contratación y aumentos salariales. Tampoco debe haber discriminación de ningún tipo en el área de trabajo. Las empresas deben tener una política de puertas abiertas donde los empleados puedan denunciar cualquier situación de desigualdad de forma confidencial. RRHH debe tener una política de cero tolerancia a cualquier situación de discriminación, acoso o maltrato. Se debe contratar únicamente a personas con estatus migratorio legal y con salarios dignos de acuerdo con la legislación local.

7.1.11 Ciudades y comunidades sostenibles

Según datos de la ONU, se estima que la mitad de la población del mundo estaba vivía en ciudades en el 2007. Se cree que para el 2030 un 60% de los habitantes vivirán en ciudades. Esto puede ser positivo en algunos ámbitos, pero negativo en otros si no se realiza de forma sostenible e igualitaria. Por ejemplo, las ciudades representan el 70% de las emisiones de carbono en el mundo y más del 60% del uso de los recursos del planeta. La urbanización desmedida tiene implicaciones negativas si no se planifica y regula. Ya que puede incrementar el número de habitantes en lugares marginales, infraestructuras viales sobrecargadas que generan contaminación, falta de acceso a recursos como el agua, electricidad y alimentos, entre otros. (ONU, s.f.).

Las organizaciones que adopten esta guía de aplicación deben tener instalaciones que cumplan con los requerimientos ambientales y energéticos. Certificarse en normas como ISO:14001 y ISO:50001 contribuye a reducir la huella ambiental y energética. Deben preocuparse por implementar programas de reciclaje; al igual que la adecuada manipulación y desecho de componentes electrónicos y sustancias químicas. Deben tener una buseta empresarial para ofrecer transporte a sus empleados y de esta forma reducir la huella de carbono y reducción del congestionamiento vial en las carreteras. Implementar una política de carpooling puede ser beneficioso. Al igual que colocar estaciones de carga para vehículos eléctricos en sus instalaciones. Todas estas medidas pueden contribuir al cumplimiento de este objetivo.

7.1.12 Producción y consumo responsables

Desde luego, para alcanzar el desarrollo sostenible es necesario implementar prácticas de producción y consumo equitativas y responsables. Algunos datos de la ONU son los siguientes:

- Cada año, se estima que un tercio de toda la comida producida (el equivalente a 1300 millones de toneladas con un valor cercano al billón de dólares) acaba pudriéndose en los cubos de basura de los consumidores y minoristas, o estropeándose debido a un transporte y unas prácticas de recolección deficientes.

- Si todo el mundo cambiase sus bombillas por unas energéticamente eficientes, se ahorrarían 120 000 millones de dólares estadounidenses al año.

- En caso de que la población mundial alcance los 9600 millones de personas en 2050, se podría necesitar el equivalente a casi tres planetas para proporcionar los recursos naturales necesarios para mantener los estilos de vida actuales. (ONU, s.f., “Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”, párrafo 3).

Las naciones deben buscar formas de hacer más con menos, atacar la degradación ambiental y ser más eficientes con el uso de los recursos.

Las empresas que implementen esta guía de administración deberán implementar políticas de consumo responsable de los recursos. Obtener certificaciones como la ISO:50001 les puede permitir incorporar medidas en pro de la eficiencia energética. Se le debe brindar entrenamiento a todos sus empleados para que hagan uso adecuado de los recursos energéticos y hídricos; al igual que políticas de reciclaje. Las organizaciones deben tratar de ser regenerativas en la medida de lo posible. Por ejemplo, pueden volver a tratar de utilizar las aguas sanitarias y aguas de los procesos químicos para consumo humano, por medio de tratamientos. Si la empresa cuenta con comedor para sus empleados, deben procurar obtener los alimentos de productores locales. También deben separar y procesar adecuadamente los residuos orgánicos, envases plásticos, aluminio, entre otros. Se deben seguir los lineamientos correspondientes para el desecho de componentes electrónicos. Tales como metales, componentes plásticos, baterías, residuos químicos, etc.

7.1.13 Acción por el clima

Por supuesto, el objetivo 13 impacta directamente el desarrollo sostenible. Es de los más importantes ya que la crisis ambiental planetaria está llegando a su límite. El año 2019 fue el más caluroso en la historia. Los índices de gases de efecto invernadero también alcanzaron su récord ese año. La pandemia del Covid-19 disminuyó significativamente estas estadísticas; sin embargo, esto es sólo temporal. Los números tienden nuevamente al alza ya que el Coronavirus ya no es una amenaza para la humanidad. El cambio climático no se va a detener a menos que se tomemos acciones inmediatas para corregir el curso de nuestra historia.

Como se ha mencionado en otros apartados, las empresas que adopten esta guía de administración de proyectos deben certificarse en normas como ISO: 140001 e ISO:500001. El

implementar medidas de gestión energética y ambiental va a contribuir directamente con el objetivo 13. El ofrecer servicio de transporte con buseta para sus empleados, fomentar políticas de carpooling y días de trabajo desde la casa son medidas que contribuyen al medio ambiente. Colocar estaciones de carga de vehículos eléctricos fomenta el uso de estos por sobre los combustibles fósiles. Fomentar programas de capacitación y concientización a su personal son medidas que contribuyen indirectamente. Ya que generan consciencia en los empleados para que cambien su comportamiento dentro y fuera de la organización. Por último, las empresas deben tratar de utilizar energías renovables en la medida de lo posible. Al igual que procesos regenerativos.

7.1.14 Vida submarina

La vida marina es la que hace que la vida en el planeta sea posible. El agua regula el tiempo, brinda agua potable, regula el oxígeno que respiramos y brinda alimentos y abundancia de recursos. De ahí que velar por la preservación del agua y la vida marina es esencial para asegurar un futuro sostenible. Algunos de los problemas que se enfrentan actualmente son la acidificación, el calentamiento de los océanos, la pesca de arrastre, la destrucción de los manglares, la contaminación de los mares, entre otros.

Las empresas que implementen esta guía de aplicación probablemente no tengan mayor impacto en el objetivo 14. A menos de que estén situadas en las zonas costeras, lo cual es poco probable. Sin embargo, deben velar por el cumplimiento de políticas y normas medio ambientales para prevenir contaminación de los suelos. Estas empresas utilizan químicos dañinos que podrían dañar los mantos acuíferos si no se procesados adecuadamente. La disposición adecuada de residuos se torna importante. A nivel de RRHH, se podría implementar programas de voluntariado para la limpieza de playas o de concientización de las comunidades.

7.1.15 Vida de ecosistemas terrestres

Actualmente nos enfrentamos no sólo a la crisis del cambio climático y la contaminación; sino que también nos enfrentamos al problema de la pérdida de la biodiversidad. La preservación de los ecosistemas es importante porque preservan nuestros valores económicos, culturales y espirituales. Además de que son vitales para la preservación del planeta y la humanidad. Se estima que los ecosistemas contribuyen a más de la mitad del PIB del mundo. Es indispensable mejorar nuestra relación con la naturaleza para garantizar un futuro para la humanidad.

Cabe resaltar que las epidemias zoonóticas han afectado a la humanidad en reiteradas ocasiones. La pandemia del Coronavirus siendo la más reciente. Según datos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), “el 75 % de todas las enfermedades infecciosas nuevas en humanos son zoonóticas y que dichas enfermedades están estrechamente relacionadas con la salud de los ecosistemas” (ONU, s.f., “Objetivo 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad”, párrafo 2).

Las empresas que adopten esta guía de administración de proyectos pueden contribuir a las metas del objetivo 15 respetando la legislación local vigente en cuanto a las normativas de construcción de la empresa o fábrica. Mediante certificaciones ambientales como la ISO:14001 pueden implementar y asegurar medidas a favor de la preservación de la biodiversidad y los ecosistemas. El departamento de RRHH podría implementar programas de voluntariado para resguardar las especies animales y restaurar ecosistemas mediante programas de reforestación. Todos desechos electrónicos generados a partir de los procesos de manufactura deben seguir los lineamientos correspondientes para prevenir afectación a los ecosistemas terrestres.

7.1.16 Paz, justicia e instituciones sólidas

El desarrollo sostenible no comprende únicamente los temas del cambio climático, la contaminación, preservación de los ecosistemas, crecimiento económico e igualdad de género. La paz y la justicia también constituyen un pilar fundamental para garantizar el progreso de la humanidad y del planeta. La guerra en Ucrania produjo un aumento de más del 50% de muertes civiles en el mundo. Aún no hay datos para el conflicto entre Israel y Hamás, pero desde luego las cifras continúan en aumento. Las Naciones Unidas registró 357 asesinatos y 30 desapariciones de periodistas, sindicalistas y defensores de derechos humanos en el 2019. En el 2018 el ACNUR registró la cifra más alta de refugiados producto de guerras y conflictos, para un total de 70 millones. Actualmente se estima que uno de cada cuatro niños, con edades menores a los 5 años, no tienen nacimientos registrados. Esto imposibilita a las instituciones gubernamentales velar por sus derechos. Para mitigar esta problemática, las instituciones deben volverse más competentes para hacer valer los derechos de sus habitantes y garantizar la justicia. (ONU, s.f.).

Las empresas que implementen esta guía de administración de proyectos pueden contribuir a las metas del objetivo 16 mejorando sus competencias para garantizar los derechos de todos sus trabajadores. La igualdad de género, brindar oportunidades justas e igualitarias a sus colaboradores son formas de fomentar la paz en el ambiente de trabajo. Cualquier tipo de discriminación por género, identidad, edad o credo es una forma de violencia que no debe ser aceptada. El departamento de RRHH debe fortalecer sus políticas para garantizar una institución sólida y competente que haga valer los derechos. Debe haber transparencia en los procesos de contratación y aumentos salariales. También debe existir una política severa de cero tolerancia a actos de violencia física dentro y fuera de la institución. Si un colaborador es amenazado por otro, debe levantarse un proceso de investigación inmediatamente. Estos

casos no deben ser desestimados ya que pueden resultar en heridos y hasta muertes si no se les da la importancia que merecen.

7.1.17 Alianzas para lograr los objetivos

Para garantizar el cumplimiento de los ODS y reforzarlos es necesaria la colaboración entre las distintas instituciones internacionales, nacionales y locales. Sólo mediante la cooperación y la colaboración entre las diferentes entidades será posible garantizar un desarrollo sostenible. Por ejemplo, se estima que producto de la pandemia del Coronavirus, la economía mundial se contraiga en un 3%. Esta sería una recesión peor a la Gran Depresión de 1929. Lo que implica niveles de deuda sin precedentes y una inflación descontrolada en muchos países. Ahora más que nunca es necesario implementar políticas de alivio de deuda y asistencia económica a los países que más lo necesitan. Esto sólo se logra mediante alianzas y la cooperación internacional. (ONU, s.f.).

Para contribuir al desarrollo de este objetivo, es necesario que las empresas que implementen esta guía de aplicación colaboren y establezcan alianzas con las distintas instituciones nacionales, regionales y locales que velen por el cumplimiento de los derechos humanos, el desarrollo sostenible y el desarrollo técnico, profesional y académico de las personas. Este tipo de alianzas no sólo fortalecerían a las empresas, sino que también contribuyen al cumplimiento de las metas del objetivo 17. También pueden ofrecer opciones de financiamiento a sus empleados para que tengan préstamos a tasas más favorables, y puedan tener mayor acceso a la educación y, por ende, al progreso social y económico. La creación de una asociación solidarista es una herramienta poderosa que puede facilitar el proceso.

7.2 Análisis del proyecto de acuerdo con el Estándar P5

El Estándar P5 fue ideado por la organización Green Project Management (GPM) como un método para la gestión de la sostenibilidad en la administración de proyectos. El Estándar

P5 es una herramienta que permite evaluar el impacto positivo o negativo de implementar un proyecto. El impacto se mide en cinco diferentes áreas según la Ontología de P5. Estas son: impacto en los Productos, Procesos, Sociales, Ambientales y Económicos. El Estándar es una tabla con un formato ya establecido por GPM. La misma se analiza, rúbrica por rúbrica, para cualquier proyecto en cuestión. (Green Project Management, s.f.).

Esta es una de las mejores herramientas que existen para analizar el impacto de un proyecto en el desarrollo sostenible. Es de gran importancia que se apliquen métodos como este para la evaluación de cualquier proyecto antes de ponerlo en marcha. Ya que permite visualizar si en algún área hay oportunidades de mejora. De esta forma, es posible replantear el proyecto para prevenir cualquier impacto negativo en lo social, ambiental o económico. Los administradores de proyectos tienen la responsabilidad de velar por la protección y el futuro de la humanidad y el planeta.

Las tablas 7 a 19 que se muestran a continuación resumen el análisis de resultados para cada uno de los aspectos a evaluar. La evaluación del impacto en cada rúbrica se realiza principalmente desde la perspectiva de la empresa que esté aplicando la guía de administración de proyectos. Mientras que en algunos casos se analiza el impacto directamente sobre el proyecto como tal: el uso de esta guía para el diseño de conectores. Específicamente en las tablas 7, 8, 17 y 18.

Tabla 17

Estándar P5, evaluación de Productos

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
2,1	Impactos del Producto							
		2.1.1 Vida útil del producto	Los diseños de integran la retroalimentación de Operaciones.	Podrían presentar una calidad reducida en términos de manufactura; por ende afectar la vida útil del producto. Esto ocasionaría Recall de producto y recursos perdidos en retrabajos.	2	Integrar a Operaciones en el proceso de diseño para diseñar de forma holística utilizando un método inspirado en DevOps.	5	3
		2.1.2 Mantenimiento del producto	Manipulación incorrecta a la hora de conectar/desconectar el conector.	Daño en el conector a la hora de conectar/desconectar	2	Se le brinda al cliente un plano mostrando la forma correcta de conectar y desconectar el conector. En términos de mantenimiento, se aclara que los conectores por sí solos son libres de mantenimiento.	4	2

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de evaluación P5, versión 3.0, tomada del *Estándar P5*, por GPM, GPM Global.

Tabla 18

Estándar P5, evaluación de Procesos

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
2,2 Impactos de los Procesos (de Gestión de Proyectos)								
		2.2.1 Eficacia de los Procesos del Proyecto	Falta de integración del equipo de Operaciones en el proceso de diseño. Falta de integración entre los miembros del equipo de diseño. Procesos y pasos redundantes en la etapa de diseño.	Los procesos de diseño y manufactura podrían no ser eficaces al no contemplar la retroalimentación de Operaciones en el diseño. Los tiempos de diseño podrían ser mayores al no implementar procesos Lean. La falta de integración dentro del equipo de diseñadores podría generar cuello de botella.	2	Involucrar a Operaciones en el proceso de diseño para reducir defectos de calidad y retrabajos. Emplear Lean para reducir desperdicios en el proceso de diseño. Utilizar Kanban para gestionar las cargas de trabajo dentro del equipo de diseño. Utilizar métricas como Tiempo de Respuesta, Tiempo de Ciclo y gráfica de Cuellos de Botella.	5	3
		2.2.2 Eficiencia de los Procesos del Proyecto	Proceso de diseño no eficiente al tener procesos y etapas innecesarias. Falta de cohesión dentro del equipo de diseñadores.	El tiempo de diseño es mayor de lo que debería debido a procesos y pasos innecesarios. La falta de integración dentro del equipo de diseño no permite atacar cuellos de botella; atrasando en ocasiones los diseños.	2	Utilizar Lean para reducir desperdicios en el proceso de diseño y optimizar el flujo de valor. Implementar Kanban para visualizar las cargas de trabajo del equipo de diseño y atacar cuellos de botella. Implementar métricas de Kanban: Tiempo de Respuesta, Tiempo de Ciclo y gráfica de Cuellos de Botella.	5	3

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
2,2 Impactos de los Procesos (de Gestión de Proyectos)									
		2.2.3	Equidad de los Procesos del Proyecto	El proceso de diseño no es equitativo ya que no se involucra adecuadamente a Operaciones.	La pérdida de retroalimentación por parte de Operaciones en ocasiones resulta en problemas de calidad en el piso de producción. Esto ocasiona atrasos en la entrega de órdenes y retrabajos.	2	Mejorar la equidad en los procesos al involucrar a los ingenieros de Operaciones en el proceso de diseño.	5	3
				Promedio de Producto y Proceso (Tablas 7 y 8):	2.0		4.8	2.8	

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de evaluación P5, versión 3.0, tomada del *Estándar P5*, por GPM, GPM Global.

Tabla 19

Estándar P5, evaluación a las Prácticas Laborales y Trabajo Decente

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
3	Impactos a las Personas (Sociales)								
	3,1	Prácticas Laborales y Trabajo Decente							
		3.1.1	Empleo y Dotación de Personal	La empresa carece de una política de empleo y dotación de personal de acuerdo con la ley nacional.	Investigaciones, sanciones, demandas legales, personal disconforme, renuncias.	1	Implementación de una política de empleo y dotación de personal de acuerdo con la ley nacional. Claridad en cuanto al tipo de puesto, salario, pago de horas extra, vacaciones, equilibrio vida-trabajo, seguro médico, etc.	5	4
		3.1.2	Relaciones Laborales/de Gestión	Ausencia de, o política de gestión de relaciones laborales incompetente.	Incumplimiento de los derechos de los trabajadores. Empleados disconformes por mala política para el manejo de disputas. Entre otros.	1	Desarrollo de una política robusta y competente por parte de RRHH para la gestión de las relaciones laborales. Política de puertas abiertas. Implementación de procesos de control. Procedimientos para abordar disputas entre empleados.	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
3	Impactos a las Personas (Sociales)								
	3,1	Prácticas Laborales y Trabajo Decente							
		3.1.3	Salud y Seguridad del Proyecto	Instalaciones sin medidas de seguridad tales como salidas de emergencia, alarmas contra incendios, etc. Procesos de manufactura sin controles de seguridad ocupacional tales como barreras de protección, uso de indumentaria adecuada, correcta capacitación del personal, entre otros.	Daños y lesiones físicas al personal. Posibles demandas a la empresa.	1	Contratación de personal de seguridad ocupacional y facilidades competente. Implementación de entrenamientos, buenas prácticas, diseño apropiado de las instalaciones, medidas de control en los procesos de manufactura. Certificación en normas como OSHA.	5	4
		3.1.4	Educación y Capacitación	En la empresa no se implementan procesos de entrenamiento y capacitación a su personal. No existen documentos de entrenamiento ni formularios que certifiquen que el personal está capacitado para sus labores.	Defectos de calidad en el piso de producción, retrabajos, órdenes tardías, accidentes laborales, Major Findings en auditorías externas, entre otros.	1	Implementación de procesos de capacitación a todo el personal, documentos de entrenamiento y formularios oficiales. Certificaciones en sistemas de gestión de calidad.	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
3	Impactos a las Personas (Sociales)								
	3,1	Prácticas Laborales y Trabajo Decente							
		3.1.5	Aprendizaje Organizacional	Poco aprendizaje organizacional sobre errores en pasados diseños ya que en ocasiones no se captura la retroalimentación de Operaciones.	Se incrementa el costo de la calidad ya que no se captura la retroalimentación de Operaciones.	2	Involucrar a Operaciones en el proceso de diseño reducirá los costos de la calidad. Además, se modifica el proceso de diseño para recibir una última retroalimentación por parte de Operaciones una vez construida la primera orden. Esto funciona como una especie de Lecciones Aprendidas para cada diseño.	5	3
		3.1.6	Diversidad e Igualdad de Oportunidades	La empresa carece de una política de diversidad e igualdad de oportunidades. Procesos de contratación, aumentos o promociones irregulares.	Personal disconforme, disminución en su rendimiento, conflictos entre empleados, deserción, investigaciones y posibles demandas laborales.	1	Implementación de una política de diversidad e igualdad de oportunidades por parte de RRHH. Procesos de control por parte de RRHH en las contrataciones, aumentos o promociones.	5	4
		3.1.7	Desarrollo de la Competencia Local	Inexistencia de una política de desarrollo de la competencia local en el proceso de contrataciones y adquisiciones de la empresa.	Impacto a la economía, proveedores, contratistas y talento nacional por preferir optar por opciones en el exterior.	1	Implementación de una política de preferencia al talento nacional en las contrataciones; proveedores y contratistas en las adquisiciones en la medida de lo posible.	5	4

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de evaluación P5, versión 3.0, tomada del Estándar P5, por GPM, GPM Global.

Tabla 20

Estándar P5, evaluación a la Sociedad y Consumidores

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
3	Impactos a las Personas (Sociales)								
	3,2	Sociedad y Consumidores							
		3.2.1	Apoyo de la Comunidad	La empresa carece de políticas de apoyo a la comunidad.	Empresa indiferente ante dificultades que enfrentan las comunidades.	2	Implementación de un programa de voluntariado para apoyar a las comunidades afectadas.	4	2
		3.2.2	Cumplimiento de Políticas Públicas	Incumplimiento de las políticas, normativas y leyes públicas en cuanto a contrataciones, trato, horario laboral, salario mínimo y otros aspectos.	Daños a la imagen pública, investigaciones y sanciones legales.	1	Implementación de una política de políticas públicas para el manejo del personal de acuerdo con la ley nacional.	5	4
		3.2.3	Protección para Pueblos Indígenas y Tribales	La empresa no se interesa por las comunidades indígenas.	Comunidades indígenas afectadas ante indiferencia de los demás.	2	Implementación de un programa de voluntariado para ayudar a las poblaciones indígenas del país en alimentación, vivienda, educación, recaudación de fondos, entre otros.	4	2

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
3	Impactos a las Personas (Sociales)								
	3,2	Sociedad y Consumidores							
		3.2.4	Salud y Seguridad del Consumidor	Daños al equipo del cliente por uso de conector de la empresa. Daños físicos al cliente por uso de uno de los conectores.	Investigaciones de calidad por daños al equipo del cliente. Pérdidas monetarias por rediseños y Recall de producto. Posibles sanciones legales por afectación física a terceros.	1	Los diseños de los conectores deben cumplir con normas y estándares nacionales e internacionales que garantizan la seguridad de su uso en cualquier aplicación. El cumplimiento de estas antes del envío garantiza su seguridad.	5	4
		3.2.5	Etiquetado de productos y servicios	Conectores no etiquetados.	Dificultad del cliente para identificar el producto que adquirió. Dificultad por parte de la empresa para identificar el número de parte del conector si este presenta defectos de calidad (trazabilidad de la orden).	1	Colocar etiquetas de serialización en cada conector individualmente para tener trazabilidad completa de la orden en caso de quejas o defectos de calidad.	5	4
		3.2.6	Comunicaciones de Mercadeo y Publicidad	Publicidad engañosa por parte de la empresa. Los conectores no tienen el rendimiento esperado, los	Pérdida de lealtad de los clientes, afectación de la imagen de la empresa, posibles demandas legales.	1	Implementación de una política de publicidad no engañosa con información veraz para el consumidor.	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
3	Impactos a las Personas (Sociales)								
	3,2	Sociedad y Consumidores							
				precios no son acertados, etc.					
		3.2.7	Privacidad del Consumidor	No se respeta la privacidad del consumidor en la compra de conectores.	Pérdida de lealtad de parte de clientes, posibles denuncias y demandas.	1	Implementación de una política de privacidad. Asignar un número de parte único para cada diseño personalizado. De manera que sólo ese cliente puede cotizar y comprar ese número de parte. La información es confidencial y el diseño no puede ser compartido con terceros.	5	4

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de evaluación P5, versión 3.0, tomada del Estándar P5, por GPM, GPM Global.

Tabla 21

Estándar P5, evaluación a los Derechos Humanos

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
3	Impactos a las Personas (Sociales)								
	3,3	Derechos Humanos							
		3.3.1	No Discriminación	La empresa carece de políticas de no discriminación hacia y entre sus empleados.	Deserción por parte de los empleados, disminución de su rendimiento, denuncias o demandas legales.	1	Implementación de una política de RRHH de no discriminación en el ambiente laboral, en las contrataciones, aumentos y promociones. Implementar puntos de control en los procesos.	4	3
		3.3.2	Trabajo de acuerdo a la edad	La empresa carece de los controles necesarios para no contratar personal menor de edad.	Investigaciones, demandas legales, sanciones y posible cierre de operaciones. Afectación de imagen pública.	1	Implementación de una política que incluya controles para evitar contratar menores de edad.	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
3	Impactos a las Personas (Sociales)								
	3,3	Derechos Humanos							
		3.3.3	Trabajo Voluntario	La empresa emplea trabajos forzados para ejecutar sus operaciones.	Investigaciones, demandas y cierre de operaciones. Daño a imagen pública.	1	Implementación de una política de trabajo voluntario, de acuerdo con la ley. Procesos de contratación regulares, con filtros de RRHH.	5	4

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de evaluación P5, versión 3.0, tomada del *Estándar P5*, por GPM, GPM Global.

Tabla 22

Estándar P5, evaluación al Comportamiento Ético

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio		
3	Impactos a las Personas (Sociales)									
	3,4	Comportamiento Ético								
		3.4.1	Prácticas de Adquisiciones	La empresa carece de políticas correctas y justas para el proceso de adquisiciones.	Adquisiciones no sostenibles, mal trato a los proveedores incluyendo pagos inoportunos, establecimiento de negocios con proveedores que no implementan prácticas sostenibles.	1	Implementación de una política de adquisiciones, incluyendo prácticas sostenibles y trato justo.	4	3	
		3.4.2	Anti-corrupción	La empresa carece de políticas de anticorrupción.	Incumplimiento de leyes y regulaciones, sobornos, afectación a la reputación de la empresa, causas penales e investigaciones.	1	Implementación de una política de anticorrupción por parte de RRHH. Establecimiento medidas de control en los procesos internos de la empresa.	5	4	

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
3	Impactos a las Personas (Sociales)								
	3,4	Comportamiento Ético							
		3.4.3	Competencia Leal	La empresa no implementa políticas de competencia leal.	Consecuencias penales e investigaciones por prácticas irregulares.	1	Implementación de una política de competencia legal por parte de RRHH.	5	4
					Promedio de las Personas (Tablas 9 a 12):	1.2		4.8	3.7

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de evaluación P5, versión 3.0, tomada del *Estándar P5*, por GPM, GPM Global.

Tabla 23

Estándar P5, evaluación al Transporte

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
4	Impactos al Planeta (Ambientales)								
	4,1	Transporte							
		4.1.1	Adquisiciones Locales	La empresa no procura utilizar proveedores locales para la compra de materiales, insumos; tampoco contratistas locales.	Afectación negativa a la economía local del país/región, incremento en emisiones de CO2 a causa del transporte.	2	Implementación de una política en el departamento de Compras para utilizar, donde sea posible, proveedores y contratistas locales.	5	3
		4.1.2	Comunicación Digital	La empresa no procura utilizar, en la medida de lo posible, comunicación digital para la comunicación con sus empleados o entre ellos.	Afectación ambiental por consumo excesivo de papel, tinta y demás insumos.	1	Implementación de una política empresarial para la comunicación digital siempre que sea posible.	4	3
		4.1.3	Viajes y Desplazamientos	La empresa no procura únicamente realizar viajes/desplazamientos necesarios. Tampoco procura optimizar la ruta de sus desplazamientos para reducir recorridos innecesarios.	Afectación ambiental negativa por exceso de emisiones de CO2 y consumo de hidrocarburos.	1	Implementación de una política empresarial para de optimización de recorridos y eliminar desplazamientos innecesarios. Uso de vehículos eléctricos de ser posible.	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
4	Impactos al Planeta (Ambientales)								
	4,1	Transporte							
		4.1.4	Logística	La empresa maneja un inventario muy bajo de materiales, insumos y componentes.	Necesidad de realizar más transportes para adquirir más materiales, insumos o componentes. Causando un incremento en emisiones de CO2 y consumo de hidrocarburos.	2	Departamento de Cadena de Suministro: Calcular adecuadamente el volumen de inventario ideal.	4	2

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de evaluación P5, versión 3.0, tomada del *Estándar P5*, por GPM, GPM Global.

Tabla 24

Estándar P5, evaluación al Impacto al Planeta

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
4	Impactos al Planeta (Ambientales)								
	4,2	Energía							
		4.2.1	Consumo de Energía	La empresa no posee políticas de ahorro energético ni procura utilizar energías verdes y renovables donde sea posible.	Incremento en emisiones y contaminación ambiental.	1	Implementar políticas de ahorro energético; utilizar energías renovables y verdes donde sea posible; obtener certificaciones de eficiencia energética como ISO:50001.	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
4	Impactos al Planeta (Ambientales)									
	4,2	Energía								
		4.2.2	Emisiones CO2	La empresa carece de políticas para gestionar la huella de carbono en sus instalaciones y procesos. No procura utilizar energías verdes y renovables donde sea posible.	Contaminación ambiental, polución, reducción de la calidad del aire.	1	Implementar políticas ambientales y de ahorro energético; utilizar energías renovables y verdes donde sea posible; obtener certificaciones ambientales y de eficiencia energética como ISO:14001 ISO:50001.	5	4	

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
4	Impactos al Planeta (Ambientales)								
	4,2	Energía							
		4.2.3	Retorno de Energía Limpia	La empresa carece de políticas para procurar utilizar energías verdes y renovables donde sea posible. Tanto en sus instalaciones como en sus procesos de manufactura.	Incremento de emisiones de CO2, polución, mayor estrés en la red eléctrica.	1	Implementar políticas de ahorro energético en sus instalaciones y procesos de manufactura; utilizar energías renovables y verdes donde sea posible; obtener certificaciones de eficiencia energética ISO:50001.	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
4	Impactos al Planeta (Ambientales)								
	4,2	Energía							
		4.2.4	Energía Renovable	La empresa carece de políticas para procurar utilizar energías verdes y renovables donde sea posible. Tanto en sus instalaciones como en sus procesos de manufactura.	Incremento de emisiones de CO2, polución, mayor estrés en la red eléctrica.	1	Implementar políticas de ahorro energético en sus instalaciones y procesos de manufactura; utilizar energías renovables y verdes donde sea posible; obtener certificaciones de eficiencia energética ISO:50001.	5	4

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de evaluación P5, versión 3.0, tomada del *Estándar P5*, por GPM, GPM Global.

Tabla 25

Estándar P5, evaluación de Tierra, Aire y Agua

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
4	Impactos al Planeta (Ambientales)								
	4,3	Tierra, Aire y Agua							
		4.3.1	Diversidad Biológica	Las instalaciones de la empresa no cumplen con las leyes y regulaciones relevantes de conservación de la diversidad biológica.	Afectación a la flora y fauna. Multas y sanciones a la empresa por parte de las entidades correspondientes.	1	Revisión exhaustiva de la legislación pertinente por parte de los departamentos de Facilidades y Legal.	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
4	Impactos al Planeta (Ambientales)								
	4,3	Tierra, Aire y Agua							
		4.3.2	Calidad del Aire y el Agua	La empresa no cumple con las normativas y legislación pertinente en cuanto a protección de los recursos hídricos. Tanto en sus instalaciones como en sus procesos de manufactura.	Daños ambientales, posibles sanciones y multas por parte de entidades pertinentes, afectación a la reputación de la empresa.	1	Revisión exhaustiva de la legislación y normativas por parte de los departamentos pertinentes.	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
4	Impactos al Planeta (Ambientales)								
	4,3	Tierra, Aire y Agua							
		4.3.3	Consumo de Agua	La empresa carece de políticas para la reducción y control del consumo de agua en sus instalaciones y/o procesos de manufactura.	Incremento del daño ambiental. Mayores costos por consumo innecesario de agua.	1	Implementar políticas a nivel empresarial para la reducción y consumo de agua. Diseñar las instalaciones y procesos de manufactura acorde. Reutilizar aguas grises donde sea posible. Obtener certificaciones ambientales tales como ISO:14001.	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
4	Impactos al Planeta (Ambientales)								
	4,3	Tierra, Aire y Agua							
		4.3.4	Desplazamiento del Agua Sanitaria	La empresa no posee el diseño adecuado para el desplazamiento de aguas sucias, tanto a nivel de instalaciones como en sus procesos de manufactura.	Afectación ambiental, plagas de insectos, propagación de enfermedades.	1	Diseño de instalaciones y procesos de manufactura apropiados para el manejo de aguas sanitarias o contaminadas. Cumplimiento con los códigos de ingeniería.	5	4

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de evaluación P5, versión 3.0, tomada del *Estándar P5*, por GPM, GPM Global.

Tabla 26

Estándar P5, evaluación al Consumo

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
4	Impactos al Planeta (Ambientales)								
	4,4	Consumo							
		4.4.1	Reciclaje y Reutilización	La empresa no realiza reciclaje de ni pone en práctica procesos de reutilización a nivel de sus instalaciones y procesos de manufactura.	Contaminación ambiental.	1	Implementar políticas de reciclaje y reutilización. Obtener certificaciones tales como ISO:14001.	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
4	Impactos al Planeta (Ambientales)								
	4,4	Consumo							
		4.4.2	Disposición	La empresa no diseña y desarrolla conectores tomando en cuenta su disposición.	Impactos ambientales a causa de productos o componentes que no puede ser desechados fácilmente.	1	El equipo de diseño y operaciones diseñan y desarrollan productos tomando en cuenta su disposición. Existen procesos para la correcta disposición de todos sus componentes. Se reutiliza y recicla producto donde sea posible.	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
4	Impactos al Planeta (Ambientales)								
	4,4	Consumo							
		4.4.3	Contaminación y Polución	La empresa no cumple con la regulación y leyes relevantes. Carece de políticas para reducir la contaminación y polución en sus instalaciones y procesos de manufactura.	Incremento en emisiones de CO2, polución, daño ambiental, posibles sanciones y multas por parte de las entidades pertinentes.	1	Estudio de las leyes y regulaciones por parte de los departamentos pertinentes. Implementación de políticas de reducción de contaminación y polución. Certificaciones pertinentes tales como ISO:14001 o ISO:50001.	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
4	Impactos al Planeta (Ambientales)								
	4,4	Consumo							
		4.4.4	Generación de Residuos	La empresa carece de políticas y procedimiento para la reducción de residuos en sus instalaciones y procesos de manufactura.	Contaminación ambiental, reducción de costos en procesos de eliminación de sustancias tóxicas.	1	Implementación de políticas y procedimientos para el control y reducción de residuos en las instalaciones y procesos de manufactura. Obtener certificaciones relacionadas, tales como ISO:14001.	5	4

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
4	Impactos al Planeta (Ambientales)							
	4,4	Consumo						
				Promedio del Planeta (Tablas 13 a 16):	1.1		4.9	3.8

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de evaluación P5, versión 3.0, tomada del *Estándar P5*, por GPM, GPM Global.

Tabla 27

Estándar P5, evaluación al Caso de Negocio

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
5	Impactos a la Prosperidad (Económicos)								
	5,1	Análisis del Caso de Negocio							
		5.1.1	Modelado y Simulación	Esta rúbrica no aplica. No se considera necesario utilizar simulaciones para este proyecto.	N/A	N/A	Esta rúbrica no aplica. No se considera necesario utilizar simulaciones para este proyecto.	N/A	-
		5.1.2	Valor Presente	El Valor Presente del proyecto no es favorable.	El proyecto no es rentable.	2	La implementación de una guía inspirada en DevOps permite integrar a Operaciones y reducir el costo de la calidad. La implementación de este proyecto no requiere de insumos económicos. Más bien es una reestructuración de la forma en la que se llevan a cabo los diseños. El autor ya no labora para Samtec, por lo que no es posible hacer estimaciones. Sin embargo, el Valor Presente sería muy favorable ya que no hay costo de implementación del proyecto.	5	3

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
5	Impactos a la Prosperidad (Económicos)									
	5,1	Análisis del Caso de Negocio								
		5.1.3	Beneficios Financieros Directos	Los beneficios financieros directos no son suficientes.	El proyecto no es rentable.	2	La implementación de una guía inspirada en DevOps permite integrar a Operaciones y reducir el costo de la calidad. La implementación de este proyecto no requiere de insumos económicos. Más bien es una reestructuración de la forma en la que se llevan a cabo los diseños. El autor ya no labora para Samtec, por lo que no es posible hacer estimaciones. Sin embargo, los beneficios financieros directos serían muy favorables ya que no hay costo de implementación del proyecto.	5	3	

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
5	Impactos a la Prosperidad (Económicos)								
	5,1	Análisis del Caso de Negocio							
		5.1.4	Retorno sobre la Inversión	El ROI podría no ser favorable.	El proyecto no sería rentable.	2	La implementación de una guía inspirada en DevOps permite integrar a Operaciones y reducir el costo de la calidad. La implementación de este proyecto no requiere de insumos económicos. Más bien es una reestructuración de la forma en la que se llevan a cabo los diseños. Por lo que el ROI es muy favorable para la empresa.	5	3
		5.1.5	Relación Beneficio-Costo	La relación Costo-Beneficio podría no ser favorable.	El proyecto no sería rentable.	2	La implementación de una guía inspirada en DevOps permite integrar a Operaciones y reducir el costo de la calidad. La implementación de este proyecto no requiere de insumos económicos. Más bien es una reestructuración de la forma en la que se llevan a cabo los diseños. Por lo que la relación Costo-Beneficio es muy favorable para la empresa.	5	3

Categoría	Subcategoría	Elemento		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
5	Impactos a la Prosperidad (Económicos)									
	5,1	Análisis del Caso de Negocio								
		5.1.6	Tasa Interna de Retorno	La TIR podría no ser favorable.	El proyecto no sería rentable.	2	La implementación de una guía inspirada en DevOps permite integrar a Operaciones y reducir el costo de la calidad. La implementación de este proyecto no requiere de insumos económicos. Más bien es una reestructuración de la forma en la que se llevan a cabo los diseños. Por lo que la TIR es muy favorable para la empresa.	5	3	

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de evaluación P5, versión 3.0, tomada del Estándar P5, por GPM, GPM Global.

Tabla 28

Estándar P5, evaluación de la Agilidad del Negocio

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
5	Impactos a la Prosperidad (Económicos)								
	5,2	Agilidad del Negocio							
		5.2.1	Flexibilidad/Opcionalidad	La guía de aplicación sólo es aplicable a cierto tipo de conectores electrónicos.	Impacto en la flexibilidad del negocio, al no ser aplicable a una mayor variedad de productos.	2	La guía de administración de proyectos aplica para el diseño de cualquier tipo de conector: conectores Board-to-Board, con cable, de radiofrecuencia u ópticos. Por lo que la gama de productos que la empresa que lo implemente podría ofrecer es muy amplia. Por lo tanto, la implementación de este proyecto resultaría beneficioso para cualquier empresa.	5	3
		5.2.2	Flexibilidad del Negocio	La guía de aplicación sólo es aplicable a cierto tipo de conectores electrónicos.	Impacto en la flexibilidad del negocio, al no ser aplicable a una mayor variedad de productos.	2	La guía de administración de proyectos aplica para el diseño de cualquier tipo de conector: conectores Board-to-Board, con cable, de radiofrecuencia u ópticos. Por lo que la gama de productos que la empresa que lo implemente podría ofrecer es muy amplia. Por lo tanto, la implementación de este proyecto resultaría beneficioso para cualquier empresa.	5	3

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de evaluación P5, versión 3.0, tomada del *Estándar P5*, por GPM, GPM Global.

Tabla 29

Estándar P5, evaluación de la Estimulación Económica

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
5	Impactos a la Prosperidad (Económicos)								
	5,3	Estimulación Económica							
		5.3.1	Impacto Económico Local	La empresa carece de una política para la contratación de mano de obra local, uso de proveedores y contratistas locales.	Impacto negativo en la economía local por preferir personal, proveedores y contratistas del exterior.	2	Implementar una política de contratación y adquisiciones locales donde sea posible.	4	2
		5.3.2	Beneficios Indirectos	Esta rúbrica no aplica.	N/A	N/A	Por la naturaleza del proyecto no se pronostican beneficios indirectos.	N/A	-
					Promedio de Prosperidad (Tablas 17 a 19):	2.0		4.9	2.9
					Promedio General (Tablas 7 a 19):	1.4		4.8	3.5

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de evaluación P5, versión 3.0, tomada del *Estándar P5*, por GPM, GPM Global.

Al analizar las tablas del análisis P5 se observa que, en las subcategorías 2.1 y 2.2, el impacto sobre el proyecto es positivo. Ya que la presente guía de administración de proyectos está enfocada en optimizar el proceso de diseño para obtener el mejor resultado posible en el menor tiempo posible. Utilizando un enfoque tipo DevOps, se involucra a Operaciones en la etapa de diseño y al finalizar la primera orden. Esto se traduce en un diseño más efectivo, ya que toma en cuenta aspectos de manufactura y calidad que podrían pasar desapercibidos. La retroalimentación al final de fabricación de la primera orden permite atrapar situaciones inesperadas que pudieron haberse pasado por alto durante en diseño. De esta forma, futuras órdenes ya no presentar el mismo problema. Al implementar Lean y Kanban se crea un proceso de diseño más eficiente. Con Lean, se optimiza el flujo de valor y se reducen los desperdicios causados por procedimientos innecesarios. Mediante Kanban, el equipo de diseño trabaja en conjunto para atacar los cuellos de botella que se podrían generar. La implementación de métricas de Tiempo de Respuesta, Tiempo de Ciclo y gráfica de Cuellos de Botella es posible llevar un mejor control de los diseños.

En la categoría 3 de impacto a las personas, el análisis se realiza desde la perspectiva de la empresa que esté adoptado la presente guía. En la tabla 9 lo que se requiere es implementar políticas de prácticas laborales y trabajo decente para los colaboradores de la organización en materia de empleo, capacitación, seguridad ocupacional, diversidad e igualdad de oportunidades. De esta forma, se vela por el cuidado de los derechos de los trabajadores y se evitan demandas y procesos judiciales en contra de la empresa por incumplimiento. La tabla 10 se enfoca en garantizar los derechos de los consumidores mediante la implementación de políticas y procedimientos que protejan la privacidad del consumidor, estrategias de mercadeo no engañosas, salud y seguridad del consumidor, entre otros. También se abarcan aspecto de apoyo y cuidado de la comunidad, incluyendo programas de voluntariado para la preservación de

las comunidades indígenas. Las tablas 11 y 12 resumen las políticas y procedimientos necesarios para garantizar los derechos humanos y el comportamiento ético de la empresa.

En la categoría 4 se resumen todos los procedimientos que debe implementar la organización para velar por aspectos ambientales en materia de transporte, energía, recursos y consumo. No sólo para cumplir con la legislación local e internacional, sino que también como una medida de tomar consciencia de la situación que atraviesa la humanidad y el planeta. Para ello, se recomienda implementar medidas como fomentar principalmente la comunicación y documentación digital, reducción de viajes y desplazamientos, apoyar a los proveedores y contratistas locales, regular el consumo de energía, reducción de emisiones de CO₂, mayor uso de energías verdes y renovables, uso inteligente del recurso hídrico, políticas de reciclaje y reutilización, y medidas para la disposición correcta de residuos contaminantes y tóxicos. Es altamente recomendado que la empresa se certifique en normas de cuidado ambiental y energético; tales como ISO:14001 e ISO:50001.

En la categoría 5 se muestran los resultados de la implementación de esta guía de administración de proyectos en materia financiera. Las tablas 17 a 19 evidencian resultados positivos en todos los indicadores a raíz de la implementación de esta guía. Esto es debido a que, el costo de la implementación es casi nulo. No se requiere realizar inversiones de ningún tipo para poder implementar la presente guía de aplicación. Únicamente se requiere de una reestructuración organizacional para llevar a cabo el proceso de diseño de forma distinta. La empresa en cuestión podría invertir en la capacitación de sus colaboradores en DevOps, Lean y Kanban si lo considera necesario. Pero en muchas empresas ya cuentan con expertos en la materia que podrían pasar este conocimiento a los demás. Los resultados de los indicadores financieros, tales como TIR, VP y ROI dependerán del contexto de la empresa y los costos asociados.

7.3 Relación del proyecto con las dimensiones del Desarrollo Regenerativo

El desarrollo regenerativo abarca un total de seis dimensiones. La figura 31 ilustra cada una de estas. En este apartado, se analiza el impacto en el desarrollo regenerativo para cada una de estas dimensiones.

Figura 42

Dimensiones del Desarrollo Regenerativo



Nota: Adaptado de *Regenerative development, the way forward to saving our civilization* (p. 13), por Eduard Muller, s.f., con permiso del autor.

En materia ambiental, la presente guía de aplicación no tiene un impacto. Esto queda fuera del alcance del proyecto; ya que la guía se centra únicamente en el diseño de conectores electrónicos. Se recomienda que la empresa que adopte esta guía contrate a personal de seguridad ocupacional y de facilidades competentes. La manufactura de conectores electrónicos debe cumplir con una serie de regulaciones a nivel nacional e internacional para poder llevarse a cabo. Deben respetarse los lineamientos establecidos por las entidades pertinentes en cuanto al manejo y desecho de componentes electrónicos. Ya que en algunos casos se maneja soldadura con plomo y químicos potencialmente dañinos en el proceso de

Plating de los contactos de los conectores. La disposición de estos residuos es de importancia. Se recomienda a la empresa que procure obtener certificaciones en la materia; tales como ISO:14001 e ISO:50001.

En materia económica, la introducción de una empresa que diseñe y/o fabrique conectores electrónicos es algo que impulsa la economía de cualquier nación y además genera empleos. Los conectores electrónicos siempre serán una necesidad para desarrollo de nuevas tecnologías. Ahora más que nunca, la inteligencia artificial, los vehículos autónomos, la red 5G, la ingeniería aeronáutica y aeroespacial requieren de conectores que alcancen cada vez mayores velocidades. Las instituciones públicas del gobiernos y empresas transnacionales requieren de estos servicios. Cuando un país cuenta con empresas de este tipo, atrae inversión, desarrollo y avances tecnológicos. También generan atracción de talento con interés en realizar investigación y desarrollo: un indicador que está altamente relacionado con la prosperidad de las naciones en temas de industrialización.

En el ámbito social, está estrechamente relacionado con lo económico mencionado anteriormente. Este tipo de empresas generan más fuentes de empleo. Más aún si cuentan con planta de manufactura en el país. A nivel de ingeniería, este tipo de puestos suelen ser muy bien remunerados. Todo esto promueve una vida digna para los ciudadanos de una nación. Las transnacionales por lo general también cuentan con programas de voluntariado que buscan formas de ayudar a las comunidades, cuentan con programas de reciclaje, reforestación, entre otros.

A nivel político esta guía no tiene un beneficio directo. Sin embargo, es un proyecto que dota a la población con empleos en ingeniería altamente cotizados y remunerados. Esto permite que los ciudadanos se empoderen y tengan mayor control sobre su propio futuro. Mediante este tipo de oportunidades, pueden aspirar a puestos cada vez más altos que pongan a prueba sus conocimientos y habilidades. Con la experiencia adquirida pueden participar en

instituciones gubernamentales que impulsen el desarrollo tecnológico del país y contribuyan a resolver las problemáticas a nivel local. En muchas naciones ha habido un incremento en la cantidad de mujeres que participan de carreras STEM. Este empoderamiento sólo va a ir creciendo gracias a la necesidad de cada vez más profesionales en el ámbito de la ingeniería y las ciencias.

En la esfera cultural, puede que este proyecto no contribuya a las dimensiones artísticas, históricas o culturales de un país. Sin embargo, tampoco debería afectar negativamente. Las empresas de diseño y manufactura de conectores deben cumplir con la normativa vigente en cuanto a construcción de obra civil, uso de suelo, disposición de residuos, entre otros. A nivel de contrataciones, deben implementar políticas de equidad, respeto y cero discriminación en términos de edad, género, identidad o credo. Por lo que este tipo de industrias serían mínimamente invasivas en lo cultural de una nación.

Finalmente, en la dimensión espiritual, este proyecto no tiene un impacto directo. Sin embargo, las empresas que adopten esta guía de aplicación deberían poner en práctica políticas de equidad, tolerancia y cero discriminación. De esta forma se convierten en un modelo a seguir para otras empresas que se inspirarían en adoptar este modelo. También inspira a sus empleados a ser mejores seres humanos y poner en práctica estos principios en sus vidas personales. Por otro lado, el hecho de tener un trabajo bien remunerado inspira en el individuo el deseo de superación personal y seguir aspirando cada vez más a un puesto con mayores desafíos, experiencias y aprendizajes.

Lista de Referencias

- American Society for Quality (s.f.). *What is Project Management?* Recuperado el 22 de septiembre del 2023 de <https://asq.org/quality-resources/project-management>
- Amphenol Aerospace. (s.f.). *MIL-HD2* [Imagen]. Amphenol Aerospace. <https://www.amphenol-aerospace.com/resources/literature/view/mil-hd2-product-data-sheet>
- Amphenol. (s.f.). *SMA Connectors* [Imagen]. Amphenol. <https://www.amphenolrf.com/rf-connectors/sma-connectors.html>
- Amphenol. (s.f.). *100G CFP Transceivers* [Imagen]. Amphenol. <https://www.amphenol-cs.com/product-series/cfp-100g-transceivers.html#>
- Association for Project Management (s.f.). *What is project management?* Recuperado el 22 de septiembre del 2023 de <https://www.apm.org.uk/resources/what-is-project-management/>
- Atlassian. (s.f.). *What is DevOps?* Atlassian. Recuperado el 2 de setiembre del 2023 de <https://www.atlassian.com/devops>
- Boesing, D. (18 de mayo del 2022). *Overcoming The Challenges of Achieving 224 Gbps Performance*. Samtec. <https://blog.samtec.com/post/overcoming-the-challenges-of-achieving-224-gbps-performance/>
- Buchanan, I. (s.f.). *History of DevOps*. Atlassian. Recuperado el 29 de setiembre del 2023 de <https://www.atlassian.com/devops/what-is-devops/history-of-devops>
- Gil y Orozco. (2021). Modelo híbrido de gestión de proyectos para agencias de mercadeo digital, una recopilación de buenas prácticas en metodologías ágiles en proyectos [Tesis de maestría, EAFIT]. <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/30627>
- Green Project Management. (s.f.). *The Global Standard for Sustainable Project Management Version 3.0*. Recuperado de <https://greenprojectmanagement.org/the-p5-standard>

- Instituto Agile. (27 de enero del 2022). *¿Qué es BANI?. Entorno BANI vs VUCA*. Recuperado de <https://www.institutoagile.com/post/https-www-institutoagile-com-post-qu-c3-a9-es-bani-entorno-bani-vs-vuca>
- Kanban Tool. (s.f.). *¿Qué son las 5S en Lean?*. Recuperado el 22 de noviembre del 2023 de <https://kanbantool.com/es/guia-kanban/que-son-las-5s>
- Lledó, P. (2020). *Profesional Ágil. Apuntes para la certificación PMI-ACP®*. Pablo Lledó.
- Lledó, P. (2017). *Administración de Proyectos. El ABC para un Director de Proyectos exitoso*. Pablo Lledó.
- Lledó, P. (2013). *Gestión Lean y Ágil de proyectos*. Pablo Lledó.
- Maite, A. (28 de agosto del 2022). *Método comparativo*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/metodo-comparativo/>
- Maite, A. (22 de febrero del 2021). *¿Qué son los métodos de investigación?* Lifeder. <https://www.lifeder.com/tipos-metodos-de-investigacion/>
- Molex. (s.f.). *1.27mm Pitch, SEARAY Plug, 200 Circuits, 2.00mm Unmated Height, 10 Rows, with Pegs, Solder Charge Lead-Free* [Imagen]. Molex. <https://www.molex.com/en-us/products/part-detail/459702115>
- Molex. (s.f.). *EXTreme EnergetiC Right-Angle Plug Assembly, 31 Circuits (25 Signal/6 Power) with Solder Tail and Bolt Mounting* [Imagen]. Molex. <https://www.molex.com/en-us/products/part-detail/1710970001>
- Muller, E. (s.f.). *Regenerative development, the way forward to saving our civilization*. Universidad para la Cooperación Internacional. Recuperado de https://www.ucipfg.com/Repositorio/GSPM/manuales/Regenerative_development_EM.pdf
- Muñoz, L. (2020). *Propuesta de metodología Ágil para la gestión de proyectos en ingeniería en transmisión, diseño de subestaciones y líneas de transmisión* [Tesis de maestría,

- Universidad para la Cooperación Internacional]. <https://map-tesis.blogspot.com/2022/10/propuesta-de-metodologia-agil-para-la.html>
- Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivo 2: Poner fin al hambre*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>
- Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivo 5: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/gender-equality/>
- Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivo 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>
- Newark. (s.f.). 74546-0801 [Imagen]. Newark. <https://www.newark.com/molex/74546-0801/computer-cable-infiniband-1m/dp/32M6698>
- Project Management Institute. (7ma Ed). (2021). *El Estándar para la Dirección de Proyectos y Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos*. Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute. (6ta Ed.). (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos. Guía del PMBOK*. Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute. (2017). *Guía Práctica de Ágil*. Project Management Institute. <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/practice-guides/agile>

- Project Management Institute. (s.f.). *What is Project Management?*. Recuperado el 22 de septiembre del 2023 de <https://www.pmi.org/about/learn-about-pmi/what-is-project-management>
- Rodríguez, A. y Pérez, A. O. (2017). *Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento*. *Revista EAN*, 82, 175-195.
<https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Ágil Es – Por Cris Rúa. (27 de agosto del 2017). *Kanban - Metodologías Ágiles* [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=DkeZYBRVfUQ&t=333s>
- Ágil Es – Por Cris Rúa. (9 de septiembre del 2017). *Como usar el Diagrama de Flujo Acumulado con Kanban* [Archivo de Vídeo]. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=8fQ00bPUXDo>
- Ágil Es – Por Cris Rúa. (30 de marzo del 2018). *¿Qué es la agilidad?* [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=v3fLx7VHxGM>
- Samtec. (s.f.). *ACCELERATE® SLIM DIRECT ATTACH CABLE ASSEMBLIES* [Imagen]. Samtec. <https://www.samtec.com/cables/high-speed/assemblies/accelerate-cable>
- Samtec. (s.f.). *mPower Ultra Micro Power System* [Imagen]. Samtec.
https://suddendocs.samtec.com/catalog_english/umtp.pdf
- Samtec. (s.f.). *High-Speed Cable Interconnect Solutions Guide* [Imagen]. Samtec.
https://suddendocs.samtec.com/literature/samtec_high_speed_cable_guide.pdf
- Samtec. (Enero del 2023). *Signal Integrity Handbook*. Recuperado el 30 de setiembre del 2023 de <https://suddendocs.samtec.com/notesandwhitepapers/samtec-signal-integrity-handbook.pdf>
- SamtecInc. (6 de junio del 2023). *What is Signal Integrity?* [Archivo de Vídeo]. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=mYUWV7Y3E94&t=17s>

SamtecInc. (14 de junio del 2023). *What is Insertion Loss?* [Archivo de Vídeo]. Youtube.

<https://www.youtube.com/watch?v=Ed-bXeNubbl>

SamtecInc. (29 de junio del 2023). *What is Return Loss?* [Archivo de Vídeo]. Youtube.

<https://www.youtube.com/watch?v=ExGU5tum83c>

Simplilearn. (16 de febrero del 2021). *DevOps In 5 Minutes | What Is DevOps? | DevOps*

Explained | DevOps Tutorial For Beginners |Simplilearn [Archivo de Vídeo]. Youtube.

<https://www.youtube.com/watch?v=Xrgk023l4ll>

TE Connectivity. (s.f.). *HDMI Connector Types* [Imagen]. TE Connectivity.

<https://www.te.com/usa-en/products/connectors/audio-video-high-speed-serial-connectors/hdmi-connectors.html?tab=pgp-story>

Técnicas de Investigación. (23 de marzo del 2020). *Fuentes de información primarias,*

secundarias y terciarias. Recuperado de <https://tecnicasdeinvestigacion.com/fuentes-de-informacion-primaria-y-secundaria-y-terciaria/>

Tousignant, D. (21 de agosto del 2018). *I may be stating the obvious—you can't be Agile*

without being Lean. Cape Project Management. Recuperado el 27 de setiembre del

2023 de <https://capeprojectmanagement.com/you-cant-be-agile-without-being-lean/>

Universidad Latina de Costa Rica. (22 de julio del 2020). *Importancia de la estrategia*

empresarial y su aplicación. <https://www.ulatina.ac.cr/articulos/importancia-de-la-estrategia-empresarial-y-su-aplicacion>

Universitat Politècnica de València - UPV. (7 de junio del 2016). *Proyectos, programas y*

portafolios. | 5/36 | UPV [Archivo de Vídeo]. Youtube.

<https://www.youtube.com/watch?v=nkntjqa4NqA>

University of Southern California (s.f.). *Primary Sources.* Recuperado de

<https://libguides.usc.edu/writingguide/primarysources>.

Villalta, I. (2021). *Propuesta de una metodología de gestión de proyectos con enfoque en Lean Management para proyectos de mejora continua en departamento de Compras en Emerson Electric Costa Rica* [Tesis de maestría, Universidad para la Cooperación Internacional]. <https://map-tesis.blogspot.com/2022/10/propuesta-de-una-metodologia-de-gestion.html>

Anexos**Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG****ACTA DE LA PROPUESTA DE
PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)**

1. Nombre del (de la) estudiante

Azzaro Lohmann Mata

2. Nombre del PFG

Guía de aplicación de proyectos híbridos para el diseño de conectores electrónicos

3. Área temática del sector o actividad

Diseño de conectores electrónicos

4. Firma de la persona estudiante

Azzaro Lohmann M.

5. Nombre de la persona docente SG

Fabio Muñoz

6. Firma de la persona docente

7. Fecha de la aprobación del Acta:

8. Fecha de inicio y fin del proyecto

24 de agosto del 2023

Marzo 2024

9. Pregunta de investigación

¿Qué elementos debe contener una guía de aplicación de enfoques híbridos para el diseño de conectores electrónicos?

10. Hipótesis de investigación

Es posible generar una guía de aplicación de enfoques híbridos para el diseño de conectores electrónicos utilizando Waterfall y elementos de Lean, Kanban y DevOps.

11. Objetivo general

Elaborar una guía de aplicación de enfoques híbridos para el diseño de conectores electrónicos utilizando Waterfall y elementos de Lean, Kanban y DevOps; con el fin de optimizar el proceso de diseño.

12. Objetivos específicos

1. Determinar las características de Waterfall, Lean, Kanban y DevOps, que podrían incorporarse a la metodología híbrida de gestión de proyectos propuesta, con el fin de generar una metodología que implemente lo mejor de ellas.
2. Investigar las diferentes guías de aplicación existentes para proyectos híbridos que utilizan Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps con el fin de determinar si alguna de estas puede ser utilizada en el diseño de conectores.
3. Determinar en qué condiciones es beneficioso aplicar esta metodología híbrida en el diseño de conectores electrónicos para establecer las condiciones requeridas en el proceso.
4. Realizar una guía de aplicación de enfoques híbridos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps con base en el análisis del material recopilado para que pueda ser utilizada en el diseño de conectores electrónicos.

13. Justificación del PFG

El presente proyecto es de particular importancia ya que brindará una metodología para la administración de proyectos en materia de diseño de conectores electrónicos. Actualmente no existe una guía de administración de proyectos que utilice un enfoque híbrido para el diseño de conectores electrónicos, según la investigación bibliográfica realizada.

El autor del proyecto cuenta con 6 años de experiencia en el diseño de conectores electrónicos. En el transcurso de este tiempo, el autor encuentra varias oportunidades de mejora que harían el proceso de diseño más holístico, eficiente y efectivo.

Entre los beneficios esperados, al emplear una metodología híbrida, se esperan mejoras en el costo, la calidad y el tiempo de entrega de los diseños.

14. Estructura de desglose de trabajo (EDT).

1. PFG
 - 1.1 Seminario de Graduación
 - 1.1.1 Acta del PFG e Investigación Bibliográfica
 - 1.1.2 Acta del PFG, EDT y Cronograma
 - 1.1.3 Marco Teórico Parte I
 - 1.1.4 Marco Teórico Parte II
 - 1.1.5 Marco Metodológico

- 1.1.6 Introducción y Validación del proyecto en el campo de desarrollo regenerativo/sostenible
- 1.1.7 Abstract, Resumen Ejecutivo, Referencias e Índices
- 1.2 Desarrollo del PFG
 - 1.2.1 Informe de similitudes y diferencias entre Waterfall, Lean, Kanban y DevOps.
 - 1.2.2 Informe de guías de aplicación existentes para proyectos híbridos que utilizan Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps.
 - 1.2.3 Informe de requisitos y condiciones para la implementación de esta guía de aplicación.
 - 1.2.4 Guía de aplicación de enfoques híbridos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps
 - 1.2.5 Conclusiones
 - 1.2.6 Recomendaciones
 - 1.2.7 Listas de referencias
 - 1.2.8 Anexos
 - 1.2.9 Aprobación del tutor para lectura
- 1.3 Lectores
 - 1.3.1 Solicitud de Asignación Lectores
 - 1.3.1.1 Asignación de Lector 1
 - 1.3.1.2 Aprobación del Lector 2
 - 1.3.2 PFG aprobado por lectores
- 1.4 Tutorías de Ajuste
 - 1.4.1 Mejorías al PFG por parte del tutor
 - 1.4.2 PFG corregido
 - 1.4.3 Segunda revisión de lectores
- 1.5 Evaluación
 - 1.5.1 Aprobación de lectores
 - 1.5.2 Calificación del tribunal
 - 1.5.3 Aprobación final de la PFG

15. Presupuesto del PFG

No se requiere de un presupuesto para el desarrollo de esta PFG. Se asume que toda la información necesaria para realizar este proyecto se puede obtener por medio de información libre en internet o bibliotecas.

Por la naturaleza del proyecto, no es necesario invertir en giras o transporte para entrevistas. De ser necesaria una entrevista o consultas, estas se realizarían por medios digitales (videoconferencias o correo electrónico). También se asume que para el desarrollo del trabajo no es necesario invertir en servicios de consultoría con especialistas.

El autor cuenta con acceso a impresoras y escáner; por lo que tampoco habrán gastos en insumos o materiales.

16. Supuestos para la elaboración del PFG

1. Se cuenta con suficiente información libre acerca de las metodologías Waterfall, Lean, Kanban y DevOps para desarrollar la PFG. No es necesario pagar membresías, libros, o certificaciones.
2. No es necesario realizar encuentros presenciales con especialistas (entrevistas, foros o focus group) ni giras para desarrollar la PFG. Cualquier consultoría requerida se realizará por medios digitales (videoconferencias o correos electrónicos).
3. Se cuenta con suficiente información libre acerca guías de aplicación existentes utilizando Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps para desarrollar la PFG.
4. El tiempo del investigador para el PFG será de al menos 15 horas por semana durante el tiempo de tutoría.

17. Restricciones para la elaboración del PFG

1. El tiempo máximo para terminar la PFG es de 20 semanas: del 29 de agosto del 2023 al 11 de marzo del 2024.
2. El autor no cuenta con acceso a información de la empresa en la que diseñaba conectores electrónicos; ya que actualmente no labora para esta.
3. Los 6 años de experiencia que posee el autor sobre el diseño de conectores electrónicos proviene únicamente de la empresa para la que laboraba.
3. La propuesta de guía de aplicación de métodos híbridos representa una versión mejorada del modelo que empleaba la empresa para la que laboraba el autor.

18. Descripción de riesgos de la elaboración del PFG

1. Es posible que el autor deba realizar un viaje laboral a EEUU en diciembre del 2023; por lo que el desarrollo de algunos entregables de la PFG podrían verse comprometidos por cuestiones de tiempo.

19. Principales hitos del PFG

Entregable	Fecha estimada de finalización
1.1 Seminario de Graduación	16/10/2023
1.1.1 Acta del PFG e Investigación Bibliográfica	04/09/2023
1.1.2 Acta del PFG, EDT y Cronograma	11/09/2023
1.1.3 Marco Teórico Parte I	18/09/2023
1.1.4 Marco Teórico Parte II	25/09/2023
1.1.5 Marco Metodológico	02/10/2023
1.1.6 Introducción y Validación del proyecto en el campo de desarrollo regenerativo/sostenible	09/10/2023
1.1.7 Abstract, Resumen Ejecutivo, Referencias e Índices	16/10/2023
1.2 Desarrollo del PFG	18/12/2023
1.2.1 Informe características de Waterfall, Lean, Kanban y DevOps que podrían utilizarse en la metodología híbrida de gestión de proyectos propuesta.	23/10/2023

1.2.2 Informe de guías de aplicación existentes para proyectos híbridos que utilizan Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps.	30/10/2023
1.2.3 Informe de requisitos y condiciones para la implementación de esta guía de aplicación.	06/11/2023
1.2.4 Guía de aplicación de enfoques híbridos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps	13/11/2023
1.2.5 Conclusiones	20/11/2023
1.2.6 Recomendaciones	27/11/2023
1.2.7 Listas de referencias	04/12/2023
1.2.8 Anexos	11/12/2023
1.2.9 Aprobación del tutor para lectura	18/12/2023
1.3 Lectores	08/01/2024
1.3.1 Solicitud de Asignación Lectores	25/12/2023
1.3.1.1 Asignación de Lector 1	25/12/2023
1.3.1.2 Aprobación del Lector 2	25/12/2023
1.3.2 PFG aprobado por lectores	08/01/2024
1.4 Tutorías de Ajuste	12/2/2024
1.4.1 Mejorías al PFG por parte del tutor	22/01/2024
1.4.2 PFG corregido	29/01/2024
1.4.3 Segunda revisión de lectores	12/02/2024
1.5 Evaluación	11/03/2024
1.5.1 Aprobación de lectores	26/02/2024
1.5.2 Calificación del tribunal	04/03/2024
1.5.3 Aprobación final de la PFG	11/03/2024

20. Marco teórico

20.1 Estado de la cuestión

El autor de este trabajo desarrolló una guía de administración de proyectos para el diseño de conectores electrónicos utilizando metodologías híbridas: Waterfall, Lean, Kanban y DevOps. Esta propuesta la realiza el autor con base en sus 6 años de experiencia como diseñador en la empresa Samtec para la cual ya no labora. Sin embargo, la guía brindada es aplicable en cualquier otra empresa en la cual se diseñen conectores; ya que el procedimiento es similar, aunque debe adaptarse al contexto de cada organización.

Esta guía de administración es para el diseño de conectores personalizados de cualquier tipo. Los diseños personalizados son con base en el catálogo de productos existentes disponibles en una empresa. No es una guía para el diseño de nuevos productos. Este es un proceso más complejo que está fuera del alcance del presente trabajo.

Esta guía de aplicación es basada en el proceso de diseño que utiliza Samtec, con algunas modificaciones que vendrían a mejorar el proceso de administración de proyectos. El método que se emplea en Samtec es predictivo. Esto debido a que el alcance del proyecto es conocido. El alcance del diseño se controla por medio de la cotización del conector. La cotización establece con lujo de detalle cómo debe ser el diseño. Por ende, cualquier desviación en el alcance requiere de una cotización actualizada. La intención de esta guía es mantener el

proceso predominantemente predictivo ya que funciona bastante bien de esa forma. Pero con algunas mejoras utilizando Lean, Kanban y DevOps.

Por medio de la investigación del Marco Teórico se determina que se puede utilizar Lean para establecer un flujo de valor óptimo, con el mínimo de desperdicios. De manera que se le entregue el mayor valor posible al cliente y de la forma más oportuna.

Se propuso utilizar Kanban para que el equipo de trabajo gestione sus proyectos en conjunto por medio de reuniones periódicas (diarias o semanales). En dichas reuniones asistirían los ingenieros de aplicación (diseñadores de los conectores), los dibujantes y los diseñadores de PCBs. En ocasiones, los dibujantes y diseñadores de PCB experimentan picos en su carga de trabajo que retrasan el proceso de diseño. Por lo que, por medio de una pizarra Kanban es posible visualizar la carga de trabajo del equipo y detectar cuellos de botella. De esta forma, se pueden priorizar los proyectos o bien, indicarle al cliente que se va a retrasar el proceso de diseño. Los ingenieros de aplicaciones también podrían experimentar un pico en la cantidad de diseños. Por lo que podrían delegar algunos de sus proyectos a otros colaboradores en caso de que lo amerite. Se propone utilizar métricas como el tiempo de ciclo, tiempo de respuesta y cuellos de botella.

En el proceso actual de diseño en Samtec se identificaron oportunidades de mejora en cuanto a la falta de integración entre los diseñadores y operaciones. Este último conformado por los ingenieros de manufactura, proceso y calidad. Para ello se propuso un proceso de diseño más holístico, integrando a operaciones por medio de reuniones de retroalimentación. De esta forma, se lleva a cabo un diseño más robusto que no sólo cumpla con los requerimientos del cliente sino que además sea manufacturable con los procesos existentes. Se añade además una retroalimentación final en el proceso una vez fabricada la primera orden. La idea es que operaciones indique a los diseñadores si hubo problemas de calidad y asignen una acción correctiva para que se actualice el diseño.

20.2 Marco conceptual básico

- **Administración de Proyectos:** disciplina que consiste en liderar un equipo de trabajo para alcanzar uno o varios objetivos dentro de un plazo, presupuesto y alcance establecidos. Los proyectos son un esfuerzo temporal temporal con la intención de generar valor para el cliente.
- **Waterfall:** también conocido como Predictivo. Es una metodología de administración de proyectos normalmente utilizada cuando el alcance es conocido y no existe mucha incertidumbre en cuanto a cómo alcanzar los objetivos. Se caracteriza por requerir de una fase de planificación detallada y exhaustiva. El proyecto se ejecuta entonces de acuerdo con dicho plan. Si existe una desviación en el alcance, se requiere de una replanificación y, en ocasiones, un proceso de control de cambios.
- **Ágil:** marco de trabajo utilizado en proyectos en los que el alcance no está bien definido y existe incertidumbre en cuanto a cómo alcanzar los objetivos. Adopta elementos de las metodologías Incremental e Iterativa. Busca entregar un producto o servicio en lapsos de tiempo fijos, previamente establecidos. En cada entrega, el producto es funcional y agrega valor al cliente. Cada iteración es un subcomponente o parte del producto final terminado. Mediante la retroalimentación continua del cliente en cada iteración, el equipo de trabajo se aproxima cada vez más al producto final.

- Lean: metodología desarrollada en la Toyota en la década de 1940 por Taiichi Ohno. Buscar maximizar la productividad identificando y removiendo desperdicios en el flujo de valor. Plantea que valor es aquello por lo que el cliente está dispuesto a pagar. Por consiguiente, un desperdicio es cualquier actividad que no genere valor al cliente. Este método se caracteriza por involucrar al cliente en la definición de qué es lo que agrega valor para él.
- Kanban: metodología descendiente de Lean, desarrollada por Taiichi Ohno en la Toyota. Significa “letrero” o “tarjeta” por sus palabras en japonés. Consiste en desarrollar un tablero visual con el objetivo de visualizar las etapas de un proceso y detectar cuellos de botella. Cada columna del tablero representa una etapa del proceso. El método consiste en colocar tarjetas en cada columna del tablero, y cuando una actividad es completada la tarjeta se coloca en la siguiente columna.
- DevOps: Este método fue desarrollado en el ambiente de desarrollo de software entre el 2007 y 2008. Fue creado con el objetivo de integrar a los desarrolladores de software con operaciones para crear productos más holísticos, por medio de un ciclo de vida que facilita la interacción continua entre las partes. De esta forma, se mejora la calidad y el tiempo de entrega del software.
- Conector Electrónico: producto de ingeniería diseñado para transmitir señales electrónicas de una PCB a otra PCB. Existen diferentes tipos de conectores, entre ellos del tipo: Board-to-Board, conectores con cable, conectores de radiofrecuencia y conectores de fibra óptica. Cada conector posee sus propias características y está diseñado para una industria en específico.
- Ingeniero de Aplicaciones: ingeniero a cargo del diseño personalizado de un conector electrónico. En el presente trabajo se conoce con este nombre; sin embargo, en otras empresas podría conocerse bajo otros nombres. Normalmente interactúa con el cliente para comprender los requerimientos y trabaja en conjunto con un dibujante y, en ocasiones, un diseñador de PCBs para llevar a cabo el diseño.
- PCB: sustrato con pistas de cobre por medio de las cuales se transmiten señales de un transmisor a un receptor. Los sustratos generalmente son de fibra de vidrio. Las PCBs normalmente son fabricadas con múltiples capas de sustrato y cobre para transmitir señales a través de las diferentes capas.
- Integridad de Señal: rama de la electrónica que estudia la forma de transmitir una señal, en un conector electrónico, de un transmisor a un receptor con la mejor calidad posible. Busca la forma de disminuir pérdidas a través del canal de transmisión debido a pérdidas por materiales, ruidos, resonancias, interferencia electromagnética, entre otros fenómenos.

21. Marco metodológico

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Métodos de investigación	Herramientas	Restricciones
<p>1. Determinar las características de Waterfall, Lean, Kanban y DevOps, que podrían incorporarse a la metodología híbrida de gestión de proyectos propuesta, con el fin de generar una metodología que implemente lo mejor de ellas.</p>	<p>Informe de características de Waterfall, Lean, Kanban y DevOps, que podrían incorporarse a la metodología híbrida de gestión de proyectos propuesta.</p>	<p>No se utilizaron fuentes primarias.</p> <p>Secundarias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • PMBOK sexta y séptima edición. • Guía Práctica de Ágil del PMI. • Libros de Pablo Lledó • YouTube: Ágil Es – Por Crís Rúa • Atlassian: artículo web sobre DevOps. • Simplilearn: artículo web sobre DevOps. • Páginas oficiales de Samtec, TE Connectivity, Molex y Amphenol. 	<ul style="list-style-type: none"> • Método analítico-sintético. • Método inductivo. • Método comparativo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación Bibliográfica • Estudios Comparativos • Mapas Mentales 	<ul style="list-style-type: none"> • El informe se restringe únicamente a las metodologías Waterfall, Lean, Kanban y DevOps. • El tiempo máximo para terminar la PFG es de 20 semanas.
<p>2. Investigar las diferentes guías de aplicación existentes para proyectos híbridos que utilizan Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps con el fin de determinar si alguna de</p>	<p>Informe de guías de aplicación existentes para proyectos híbridos que utilizan Waterfall, Lean, Kanban y/o DevOps.</p>	<p>Ver fuentes secundarias del Objetivo 1.</p>	<p>Método analítico-sintético.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación Bibliográfica • Estudios Comparativos • Mapas Mentales 	<p>Ver restricciones del Objetivo 1.</p>

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Métodos de investigación	Herramientas	Restricciones
3. Determinar en qué condiciones es beneficioso aplicar esta metodología híbrida en el diseño de conectores electrónicos para establecer las condiciones requeridas en el proceso.	Informe de requisitos y condiciones para la implementación de esta guía de aplicación.	Ver fuentes secundarias del Objetivo 1.	Método analítico-sintético.	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación Bibliográfica • Juicio de Expertos • Mapas Mentales 	Ver restricciones del Objetivo 1.
4. Realizar una guía de enfoques híbridos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps con base en el análisis del material recopilado para que pueda ser utilizada en el diseño de conectores electrónicos.	Guía de aplicación de proyectos híbridos utilizando Waterfall, Lean, Kanban y DevOps	<p>La experiencia del autor: 6 años de experiencia como diseñador de conectores electrónicos.</p> <p>Ver fuentes secundarias del Objetivo 1.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Método analítico-sintético. • Método inductivo. • Método comparativo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación Bibliográfica • Juicio de Expertos 	<ul style="list-style-type: none"> • La guía de se restringe únicamente a las metodologías Waterfall, Lean, Kanban y DevOps. • El tiempo máximo para terminar la PFG es de 20 semanas. • El autor no cuenta con acceso a información de la empresa en la que diseñaba conectores electrónicos. • Los 6 años de experiencia que posee el autor sobre el diseño de conectores electrónicos proviene únicamente de la empresa para la que laboraba. • La propuesta de guía de aplicación representa una versión mejorada del modelo que emplea Samtec.

22. Validación del trabajo en el campo del desarrollo regenerativo y desarrollo sostenible

El análisis de impacto mediante la matriz del Estándar P5 arroja resultados positivos en las categorías de Productos, Procesos y Economía. La presente guía de aplicación optimiza los procesos y productos en el diseño de conectores electrónicos. Utilizando un método inspirado en DevOps, realiza un diseño más holístico al incorporar la retroalimentación de Operaciones durante y al finalizar el diseño. Esto resulta en un diseño más efectivo, con menores problemas de calidad y retrabajos. Por otro lado, la implementación de Lean permitió idear un flujo de valor con el mínimo de desperdicios. Mientras que el uso de Kanban permite visualizar la carga de trabajo en el equipo de diseñadores, para identificar cuellos de botella y disiparlos. El uso de métricas de Tiempo de Respuesta, Tiempo de Espera y gráfica de Cuellos de Botella son indicadores que permiten controlar estos aspectos.

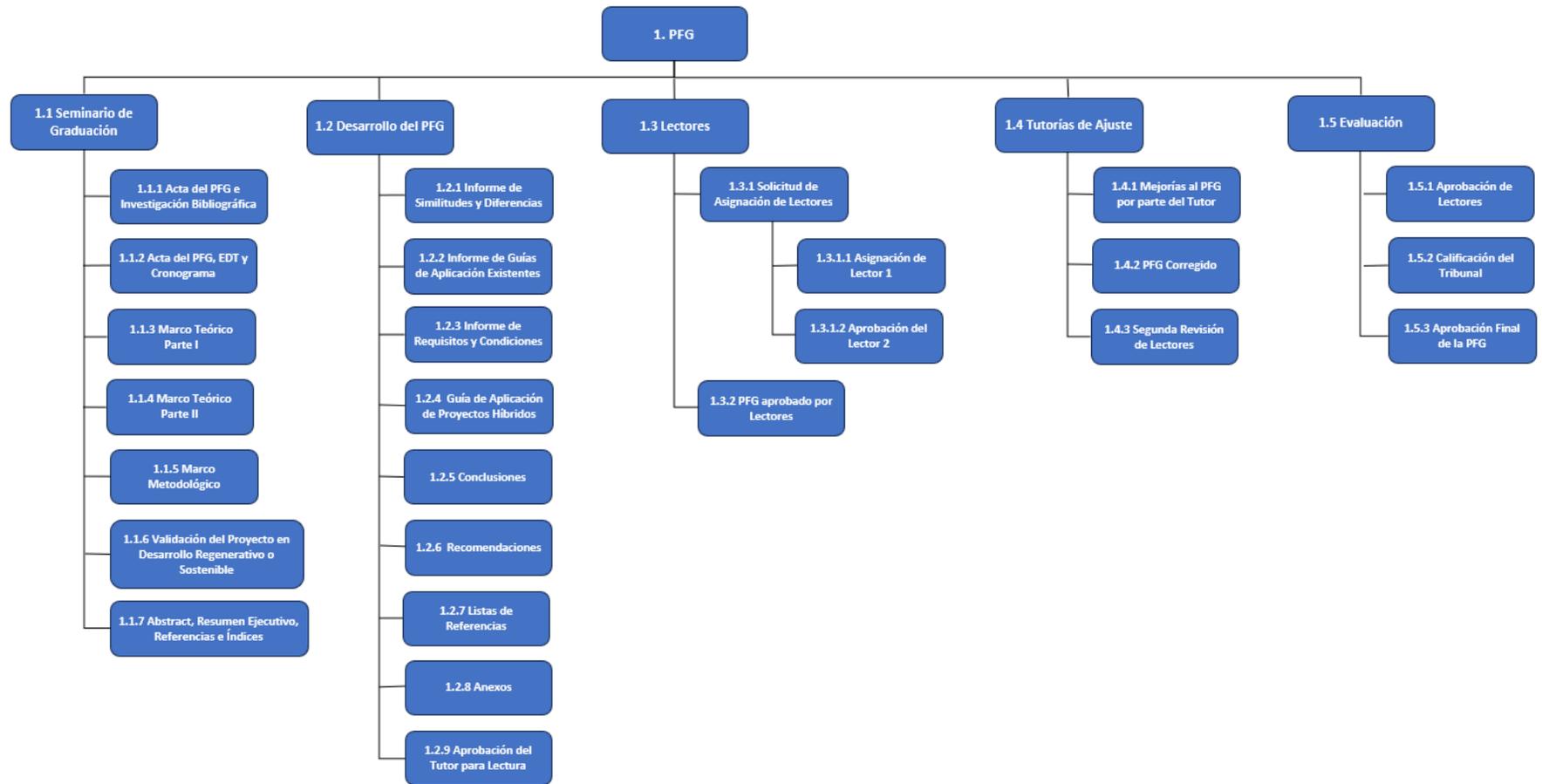
Continuando con el análisis según P5, en materia económica los beneficios son excelentes. Puesto a que no hay costos asociados con la implementación de esta guía de aplicación. Sólo una reestructuración en la forma de ejecutar los diseños. Por lo que los indicadores financieros tipo TIR, VP o ROI son positivos. En cuanto a los impactos ambientales, en análisis se centra en los procedimientos que debe implementar la empresa que adopte esta guía para cumplir con legislación nacional e internacional. Por ejemplo: medidas para el ahorro energético, reducción de emisiones de CO₂, mayor uso de energías limpias y renovables, uso inteligente del recurso hídrico, la correcta disposición de desechos incluyendo materiales tóxicos, entre otros. Se recomienda obtener certificaciones en materia ambiental y energética; tales como ISO:14001 e ISO:50001. En cuanto a los aspectos sociales, la empresa que implemente la presente guía deberá implementar procedimientos que velen por los derechos de los trabajadores. Tales como una política de puertas abiertas; cero discriminación por género, identidad, edad o credo; procesos de contratación, aumento y promoción transparentes; entre otros. De igual forma se recomienda involucrar a los colaboradores en programas de voluntariado para el apoyo de las comunidades locales e indígenas.

En materia del desarrollo regenerativo, se prevén beneficios principalmente en las dimensiones como económica, social y política. Las empresas que diseñan y fabrican conectores elaboran productos para mercados clave emergentes como la inteligencia artificial, los vehículos autónomos, la red 5G y las industrias aeronáuticas y aeroespaciales. Por ello, estas empresas impulsan la economía de un país, atraen inversión extranjera, inyectan capital a la economía, ofrecen puestos de trabajo y atraen talento local. Inclusive muchos de estos profesionales pueden llegar a contribuir a la solución de problemas locales en los países en los que habitan. Al igual que se convierten en ejemplos a seguir que inspiran a las futuras generaciones.

Anexo 2: EDT del PFG

Figura 20

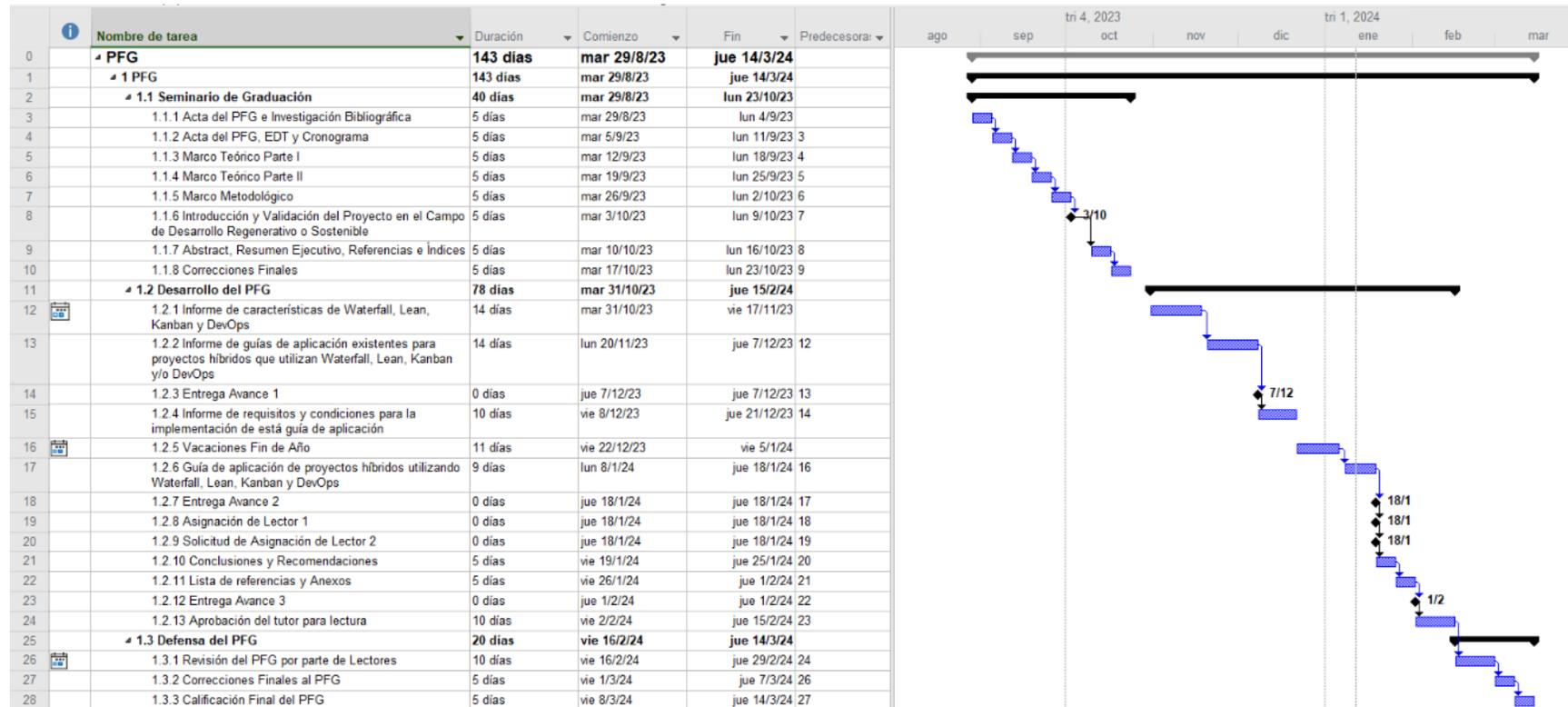
EDT del PFG



Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG

Figura 21

Cronograma del PFG



Anexo 4: Investigación bibliográfica preliminar

Lledó, P. (1era Ed.). (2020). *Profesional Ágil. Apuntes para la certificación PMI-ACP®*.

Pablo Lledó.

En los apartados 1.4 y 1.5 de este libro Pablo Lledó presenta una síntesis de las metodologías Lean y Kanban. Este resumen es de suma utilidad ya que esta guía de aplicación de proyectos híbridos emplea ambas técnicas.

Project Management Institute. (2017). *Guía Práctica de Ágil*. Project Management Institute. <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/practice-guides/agile>

En los apartados 2.2 y 2.3 se brinda un resumen sobre Lean y Kanban. Un poco de historia sobre estos y cómo Lean es un método que contiene tanto a Kanban como Ágil. En las secciones 3.1.6, 3.1.7, 3.1.8 y 3.2 se detallan los diferentes ciclos de vida para proyectos híbridos. Para el presente trabajo, se empleará un ciclo de vida predominantemente predictivo con elementos ágiles.

Lledó, P. (2da Ed.). (2013). *Gestión Lean y Ágil de proyectos*. Pablo Lledó.

En la sección de anexos se presenta una descripción muy detallada sobre el método Kanban el cual es un derivado de Lean. Se detalla la importancia de un método visual (tablero Kanban) para detectar cuellos de botella en el proceso, fijar límites para los cuellos de botella y de esta forma agilizar el flujo y entregar valor más rápido al cliente. Para el presente trabajo Kanban es de vital importancia ya que por medio de este se agilizarán los procesos para evitar trabajas y fomentar el flujo continuo de entregables. Además, la sección 2 brinda un resumen de Lean enfatizando la importancia de buscar siempre la entrega de valor en un flujo sin interrupciones.

Project Management Institute. (3ra Ed.). (2019). *Practice Standard for Work Breakdown Structures*. Project Management Institute.

Brinda el estándar sobre cómo desarrollar una Estructura de Desglose de Trabajo de forma correcta tanto para ciclos de vida predictivos como ágiles. En este caso se empleará un ciclo de vida predominantemente predictivo con elementos ágiles.

Project Management Institute. (6ta Ed.). (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Guía del PMBOK*. Project Management Institute, Inc.

Dado que esta guía de aplicación será predominantemente predictiva, es vital referenciar la Guía del PMBOK y el Estándar para la Dirección Proyectos. El PMBOK constituye el pilar para definir el entorno del proyecto y la forma en la que se gestionarán las áreas del conocimiento: integración, alcance, costos, la calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, interesados y adquisiciones. El Estándar para la Dirección del Proyectos también representa una forma más clara de comprender la propuesta de principio a fin según las diferentes etapas del diseño de conectores: Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control, y Cierre.

Project Management Institute. (7ma Ed.). (2021). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Guía del PMBOK*. Project Management Institute, Inc.

El Estándar y la Guía del PMBOK, séptima edición también constituyen una guía de referencia fundamental para el planteamiento de cualquier guía de aplicación de administración de proyectos con un énfasis principalmente predictivo. Esta edición plantea información muy similar a la sexta edición pero mediante otra óptica al establecer Principios de la Dirección de Proyectos para el Estándar, y Dominios de Desempeño para la Guía del PMBOK. Esta edición también constituye un punto de referencia importante para el desarrollo del presente documento.

Atlassian. (s.f.). *What is DevOps?* Recuperado el 2 de setiembre del 2023 de <https://www.atlassian.com/devops>

Si bien esta metodología es empleada para el desarrollo de software, DevOps puede ser utilizado para cualquier otro tipo de industria. Para este trabajo en específico, será utilizado

como una referencia para que el diseño de conectores logre tomar en cuenta la retroalimentación de los ingenieros de proceso y manufactura de forma anticipada. Al igual que una retroalimentación de estos en etapas posteriores a la fabricación de las primeras órdenes. De esta forma, se garantiza un diseño más robusto que contemple las capacidades de operaciones y no genere atrasos en los tiempos de entrega y problemas de calidad. Todo tipo de diseño debe ser holístico en su esencia e integrar a operaciones en un flujo continuo de información para garantizar el éxito.

Simplilearn. (16 de febrero del 2021). *DevOps In 5 Minutes | What Is DevOps?| DevOps Explained | DevOps Tutorial For Beginners |Simplilearn* [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=Xrgk023I4II>

Excelente síntesis que muestra cómo DevOps ayuda en entregar producto final más rápido, las diferentes etapas del ciclo de vida DevOps y cómo Desarrollo y Operaciones trabajan en un flujo de constante retroalimentación.

Ágil Es – Por Cris Rúa. (27 de agosto del 2017). *Kanban - Metodologías Ágiles* [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=DkeZYBRVfUQ&t=333s>

En su canal, Cris Rúa explica con gran simpleza en qué consiste Kanban y cómo puede emplearse como una metodología Ágil para detectar cuellos de botella en los flujos de procesos. Mediante un simple tablero Kanban y una reunión de revisión periódica, los integrantes del equipo pueden detectar cuando alguno presenta un exceso de carga de trabajo y de esta forma tomar medidas para prevenir entregas tardías.

Ágil Es – Por Cris Rúa. (9 de setiembre del 2017). *Como usar el Diagrama de Flujo Acumulado con Kanban.* [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=8fQ00bPUXDo>

Cris Rúa ofrece un video muy conciso sobre diagramas de flujo acumulados en Kanban. Esta herramienta es de gran utilidad para agilizar algunos de los procesos en el diseño de

conectores ya que permite detectar cuellos de botella en el flujo de los procesos y poder actuar a tiempo. La entrega a tiempo es un ganar-ganar tanto para el cliente como para la empresa.

Samtec. (s.f.). *High-Speed Cable Assemblies. High-speed cable assemblies with micro coax and twinax cable for differential and single-ended applications*. Recuperado el 5 de setiembre del 2023 de <https://www.samtec.com/cables/high-speed>

Información técnica general de referencia sobre algunos de los conectores electrónicos que existen en el mercado. Samtec es una de las empresas más importantes en el mundo en el diseño y manufactura de conectores.

TE Connectivity. (s.f.). *Cable Assemblies. Interconnect Solutions*. Recuperado el 5 de setiembre del 2023 de <https://www.te.com/usa-en/products/cable-assemblies.html>

Información técnica general de referencia sobre algunos de los conectores electrónicos que existen en el mercado. TE Connectivity es una de las empresas más importantes en el mundo en el diseño y manufactura de conectores.

Molex. (s.f.). *Cable Assemblies*. Recuperado el 5 de setiembre del 2023 de <https://www.molex.com/en-us/products/cable-assemblies>

Información técnica general de referencia sobre algunos de los conectores electrónicos que existen en el mercado. Molex es una de las empresas más importantes en el mundo en el diseño y manufactura de conectores.

Anexo 5: Propuesta de Declaración de Trabajo (SOW)

Nombre de la Empresa y Nombre del Cliente

Declaración de Trabajo

[Número de Parte del Conector]

[Logo de la Empresa]

[Número de Documento/Plantilla]

[Número de Revisión]

1. Información del Cliente

Esta Declaración de Trabajo es en relación con los planos y comunicación con el cliente [Nombre del Cliente] en referencia a la cotización [Número de Cotización].

Esta Declaración de Trabajo tiene el propósito de acompañar la cotización con el propósito de comunicar detalles técnicos del conector y sus requerimientos.

2. Lista de Materiales

La Lista de Materiales del conector se especifican en el Apéndice A. El mismo indica el dueño de cada componente, los números de parte y cantidades.

La empresa podría acordar utilizar componentes suplidos por el cliente. O bien, de ser requerido por el cliente, la empresa podría utilizar materiales suplidos por un proveedor externo. Sin embargo, la empresa no se hace responsable por cualquier defecto funcional o cosmético que este pueda tener. La empresa realizará una inspección visual únicamente para las medidas críticas del componente antes de proceder a ensamblar el conector. El tiempo de entrega del conector podría extenderse dependiendo del tiempo de entrega del componente. En el Apéndice B se muestra un cronograma tentativo.

3. Estándares y Procedimientos de Manufactura de la Empresa

La empresa utilizará los procesos, procedimientos y materiales comúnmente utilizados por la empresa. A continuación, se detallan los mismos:

- Estándares de Manufactura:
 - [Nombre del Estándar de Manufactura de la Empresa]
 - IPC-A-610 Clase 2
- Testeo Eléctrico
 - El 100% de los conectores fabricados serán inspeccionados eléctricamente antes del envío:
 - Continuidad (abiertos)

- Aislamiento (cortos)
 - Alto Voltaje a 300 Voltios (prueba de material dieléctrico)
- Consumibles de Producción
 - La empresa utilizará los siguientes materiales o su equivalente:
 - Soldadura sin plomo (SAC 305)
 - Flux soluble en agua para el procesamiento de PCBs
 - Flux libre de limpieza para la soldadura de cables
 - Epoxy acrílico, curable con rayos UV
- Materiales de los Componentes
 - La empresa utilizará cable coaxial con forro externo de PVC. Si el cliente requiere un material distinto deberá notificarlo con antelación.
 - La temperatura de operación del PVC es de -25 °C a +105°C.
 - El material dieléctrico de las PCBs es FR4 IT180A de alta temperatura.
 - Los conectores la empresa normalmente contienen materiales ferrosos. Si el cliente requiere utilizar el conector en una aplicación no magnética, deberá notificarlo con antelación.
- Empaque y Etiquetado
 - La empresa utilizará etiquetas de vinil blancas especificando el número de parte del conector, fecha de manufactura y número de lote.
 - La empresa empaquetará el conector en bolsas antiestáticas según el estándar de manufactura [Nombre del Estándar] de la empresa.

4. Requerimientos Específicos del Cliente

La empresa fabricará el producto de acuerdo con lo especificado en la Sección 3 a excepción de lo especificado a continuación:

- Estándar IPC

- Estándares Militares
- Soldadura con Plomo
- PVC no permitido
- Epoxy
- Requerimientos de Temperatura
- Libre de Halógenos
- Etiquetado, Serialización
- Requerimientos de Envío
- Otros
- [Agregar otros estándares que apliquen]

5. Ingeniería No-Recurrente (NRE)

La empresa cobra Ingeniería No-Recurrente para cubrir los costos de fabricación de componentes personalizados tales como PCBs, herramientas de manufactura, testeo eléctrico personalizado, “housings” personalizados, entre otros. Los Ingeniería No-Recurrente sólo debe ser cubierta una única vez, ya que es necesaria para procesar la primera orden de compra. A continuación, se desglosan los costos típicos de estos:

- PCBs personalizadas: \$[Colocar Monto]
- Herramientas personalizadas: \$[Colocar Monto]
- Testeo Eléctrico personalizado: \$[Colocar Monto]
- “Housings” personalizados: \$[Colocar Monto]
- Otros: \$[Colocar Monto]

6. Comunicación

Toda comunicación relativa a aspectos del diseño deberá ser manejada a través del ingeniero de diseño [Nombre del Ingeniero de Diseño].

Toda comunicación relativa a aspectos de la cotización y precios deberá ser manejada a través del representante de cotizaciones [Nombre del Representante de Cotizaciones].

7. Tiempos de Entrega

Los tiempos de entrega varían dependiendo de la complejidad del diseño. El tiempo de diseño inicia una vez que la empresa confirma el recibido de la orden de compra. Mientras que el tiempo manufactura inicia una vez que el cliente ha proveído la aprobación final del diseño.

- Diseño Express: [Indicar Duración]
- Diseño Intermedio: [Indicar Duración]
- Diseño Complejo: [Indicar Duración]

8. Planos y Documentación

La empresa genera un plano detallado para comunicar los requerimientos tanto al cliente como al equipo de producción. Dicho plano incluirá información relevante tales como dimensiones, tolerancias, mapa de señales, entre otros. La empresa también realizará el diseño de las PCBs y retiene los derechos de autor sobre los archivos Gerber. La empresa únicamente iniciará con el proceso de manufactura hasta que el cliente brinda su aprobación final del diseño/plano.

9. Detalles de Facturación

La cotización de la empresa desglosará los costos de la Ingeniería No-Recurrente en detalle para cada rubro: PCBs, herramientas, testeo eléctrico, entre otros. También se incluirá el precio por unidad del conector al igual que la Cantidad Mínima de Pedido (MOQ). La Cantidad Mínima de Pedido varía dependiendo de la complejidad:

- Diseño Express: [Indicar Cantidad Mínima de Pedido]
- Diseño Intermedio: [Indicar Cantidad Mínima de Pedido]
- Diseño Complejo: [Indicar Cantidad Mínima de Pedido]

Apéndice A

Ítem	Descripción	Número de Parte	Cantidad	Dueño
1	Conector 1	XXXXX	X	La Empresa/Cliente
2	Conector 2	XXXXX	X	La Empresa/Cliente
3	PCB	XXXXX	X	La Empresa/Cliente
4	Cable	XXXXX	XX pulg	La Empresa/Cliente
5	“Housing” 1	XXXXX	X	La Empresa/Cliente
6	“Housing” 2	XXXXX	X	La Empresa/Cliente
7	Etiqueta	XXXXX	X	La Empresa/Cliente

Apéndice B

Hito	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11
Orden de Compra Recibida											
Desarrollo de Planos Iniciales											
Aprobación Inicial del Cliente											
Diseño de PCBs											
Actualización de Plano con Diseño de PCBs											
Aprobación Final del Cliente											
Fabricación de Primera Orden y Envío											

Nota: Cronograma sujeto a cambios de acuerdo con la complejidad del diseño y duración de aprobación del cliente. Materiales personalizados o de proveedores externos podrían extender el tiempo de entrega.