MODELO DE GESTION DE RIESGOS PARA PROYECTOS DE DESARROLLO TECNOLOGICO

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

PRESENTA

ING. LEIDY PAOLA RUDAS TAYO

SANTIAGO DE QUERETARO, QRO, AGOSTO 2017

21 de agosto de 2017

Respetables miembros del Jurado

Me ha tocado el honor de haber sido designado Revisor del trabajo titulado "Modelo de Gestión de Riesgos para Proyectos de Desarrollo Tecnológico" de la Ing. Leidy Paola Rudas Tayo.

Después de haber leído detalladamente el trabajo que me fue entregado, he tenido la oportunidad de intercambiar información con el sustentante y como resultado de estas acciones he concluido que:

El trabajo tiene los siguientes aspectos positivos:

1.- Se ha planteado una metodología de gestión de riesgos que tiene la capacidad de ser adaptativo y con las bases suficientes para evolucionar a medida de los requerimientos de la empresa.
2.- Se ha llevado a cabo una experimentación en la empresa que ha dejado patente los beneficios inmediatos que puede traer para la empresa.
3.- Lo anterior, ha permitido que quede validado el planteamiento hipotético hecho al inicio del trabajo.
4.- Un gran acierto planteado en el trabajo es hacer énfasis en la importancia de gestionar las lecciones aprendidas y crear una base de datos de proyectos pasados que servirán de base para futuros análisis de riesgos.

El trabajo tiene las siguientes oportunidades de mejora:

1.- Aun cuando en la experimentación ha quedado comprobado los beneficios que puede traer para la empresa, es recomendable apuntalar en la justificación planteada en el trabajo los problemas actuales de manera cuantitativa que motivaron a la empresa a implementar un modelo de gestión de riesgos.
2.- Es de suma importancia, que se definan los roles y responsabilidades que desempeñan o desempeñarán los responsables de la ejecución y gestión de proyectos en la empresa y que de alguna manera serán los responsables del modelo de gestión de riesgos.

Haciendo un análisis crítico del trabajo y balanceando lo positivo y las oportunidades de mejora, considero RECOMENDAR al Jurado que le otorgue el Grado de Maestra en Dirección y Gestión de Proyectos de Ingeniería, a la Ing. Leidy Paola Rudas Tayo por lo que acepto se imprima el trabajo de tesis.

No obstante lo anterior, le solicitaría al sustentante me responda las siguientes preguntas:

1.- En su percepción durante el desarrollo del trabajo ¿cómo considera que es la cultura de gestión de proyectos en la empresa y en específico la sensibilidad que tiene ante los riesgos?
2.- ¿Consideras que un modelo proactivo definirá una nueva cultura en la forma afrontar los riesgos materializados?
3.- Si estuvieras al inicio de tu trabajo y tuvieras que definir los principales riesgos a los que te enfrentarías ¿Cuáles serían?

Le agradecería al Honorable Jurado tenga en consideración la propuesta de otorgar el Grado que pongo a su consideración.

Atentamente

Salvador Sosa Reyes

Maestro en Administración de Proyectos

CIATEQ

31 de Julio de 2017

Dr. María Guadalupe Navarro
Director de posgrado

Los abajo firmantes, miembros del Comité Tutorial del alumno Ing. Leidy Paola Rudas Tayo, una vez revisada la Tesis o tesina titulada: "Modelo de Gestión de Riesgos para Proyectos de Desarrollo Tecnológico", autorizamos que el citado trabajo sea presentado por el alumno para la revisión del mismo con el fin de alcanzar el grado de Maestra en Dirección y Gestión de Proyectos de Ingeniería durante el Examen de Titulación correspondiente.

Y para que así conste se firma la presente a los 31 días del mes de Julio del año 2017.

Mtro. Jorge Armando Gutierrez Bravo
Asesor Académico

Mtro. Jorge Armando Gutierrez Bravo
Asesor en Planta

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de venir a este maravilloso país y culminar una meta más en mi vida, por siempre guiarme por los mejores caminos y darme la sabiduría para enfrentarme a todos los retos.

A mi familia, especialmente a mi mamá, por su amor, confianza y por estar conmigo siempre, a pesar de la distancia.

A Miguel Alonso, por su paciencia, amor, compañía y ánimo durante este proceso de formación y camino juntos.

A María Ruth, por despertar en mí el interés por este país, por su apoyo y amistad.

A mi asesor Mtro. Jorge Gutiérrez, por creer siempre en mí y en este proyecto, gracias por orientarme en todo momento.

Gracias a Conacyt por la beca otorgada durante la Maestria y a Industrial Automation por las facilidades brindadas para desarrollar el proyecto de investigación.

Gracias a México y a todas las personas que me recibieron con calidez y fraternidad, gracias por todo el apoyo durante estos dos años.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de tesis es desarrollar un modelo de Gestión de Riesgos para la empresa Industrial Automation México que integre herramientas orientadas a la prevención y control de eventos negativos que puedan afectar los objetivos de los proyectos reflejados en desviaciones de tiempo, costo y calidad.

La metodología implementada para esta investigación está compuesta de cinco etapas: 1) Estudio de teorías sobre Gestión de Proyectos y Gestión de Riesgos, 2) Revisión sistema actual de la empresa, 3) Diseño de la propuesta del Modelo de Gestión de Riesgos, 4) Experimentación y 5) Documentación de resultados y entregables.

Las características principales del Modelo propuesto son una compilación de las mejores prácticas estudiadas, alineado a las características de la empresa. El modelo propuesto cuenta con una estructura basada en procesos que contempla elementos de entrada, actividades y resultados, los cuales se documentan en un procedimiento y plantillas que permiten registrar los datos generados en la aplicación del modelo propuesto.

Los resultados de la fase de experimentación muestran los aspectos encontrados en la aplicación de la Gestión de Riesgos en un proyecto real de la empresa, donde se reconoce esta propuesta como un elemento importante de la estrategia corporativa y del proceso de toma de decisiones en la Gestión de Proyectos, así mismo, se abre la necesidad de fomentar una cultura preventiva más que reactiva en las diferentes fases de cada proyecto realizado en la empresa.

Palabras clave: Gestión de Riesgos, Gestión de Proyectos, Modelo.

GLOSARIO

IA: Industrial Automation

PMI: Project Management Institute

PM: Project Manager

PMBOK: Project Management Body of Knowledge

PMP: Project Management Professional

CAMP: Certified Associate in Project Management

INDICE

AGRADECIMIENTOS ..... **VI**
RESUMEN ..... **VII**
GLOSARIO ..... **VIII**
INDICE DE FIGURAS ..... **X**
INDICE DE TABLAS ..... **XI**
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN **1**
1.1 ANTECEDENTES 1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 8
1.3 JUSTIFICACIÓN 10
1.4 OBJETIVOS 11
1.5 HIPÓTESIS 12
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO O FUNDAMENTOS TEÓRICOS **13**
CAPÍTULO 3 PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN **42**
CAPÍTULO 4 RESULTADOS **73**
CONCLUSIONES **82**
RECOMENDACIONES **83**
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **84**
ANEXOS **87**

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Resultados Indicador Tiempo - Proyectos año 2016 9
Figura 2 Estructura de Gestión de Proyectos IA México 15
Figura 3 Ciclo de Vida en Proyectos (PMBOK-PMI) 17
Figura 4 Resultados de Proyectos Standish Group (14) 18
Figura 5 Modelo PRAM 32
Figura 6 Modelo Gestión de Riesgos PRINCE (19) 38
Figura 7 Diagrama de perfil de riesgos PRINCE2 (19) 39
Figura 8 Sistema de Gestión de Proyectos IA 48
Figura 9 Indicadores Estratégicos IA México 50
Figura 10 Propuesta integración Sistema de Gestión de Proyectos- Procesos Gestión de Riesgos 52
Figura 11 Modelo de Gestión de Riesgos Propuesto 54
Figura 12 Integración de la Gestión de Riesgos a procesos de la cadena de valor de IA 55
Figura 13 Análisis de riesgos en fase de Estimación 61
Figura 14 Análisis de riesgos en fase de Cotización 63
Figura 15 Categorías de Riesgos Propuestas 64
Figura 16 Proceso de Gestión de Riesgo en fase de Ejecución 65
Figura 17 Procedimiento Propuesto Fase Ejecución 68
Figura 18 Plantilla de Gestión de Riesgos - proceso Identificación 70
Figura 19 Plantilla de Gestión de Riesgos -proceso Análisis y Evaluación 70
Figura 20 Plantilla de Gestión de Riesgos - proceso Plan de Respuesta 71
Figura 21 Plantilla Gestión de Riesgos - proceso Seguimiento y Control 71
Figura 22 Riesgos asociados a Objetivos del proyecto 76

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estudios Previos sobre Gestión de Riesgos. 2
Tabla 2 Áreas del conocimiento Estándares Internacionales 19
Tabla 3 Modelos de Gestión de Riesgos 22
Tabla 4 Procesos Gestión de riesgos PMBOK 23
Tabla 5 Modelo ISO 21500 29
Tabla 6 Fases del diseño metodológico de la investigación 42
Tabla 7 Análisis de estándares de Gestión de Riesgos 46
Tabla 8 Indicadores Estratégicos IA México 51
Tabla 9 Escalas de Impacto 57
Tabla 10 Estrategias para dar respuesta al riesgo en IA México 58
Tabla 11 Indicador de desempeño del Modelo 72
Tabla 12 Descripción del proyecto piloto 73
Tabla 13 Desarrollo de la experimentación del Modelo en proyecto piloto 74
Tabla 14 Resultado de Indicador de Efectividad Gestión de Riesgos 81

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Dentro de los planteamientos que se han hecho para definir un proyecto a lo largo de la historia, en la industria dedicada al diseño, automatización y desarrollo de nuevos productos se podría ver como alineada, la concepción de un proyecto, como la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad humana (1).

Derivado de esta búsqueda para dar respuesta efectiva a los requerimientos de los clientes, las organizaciones han venido implementado de manera vertiginosa sistemas que se adapten a sus necesidades para la gestión o dirección de los proyectos con el objetivo de tener un enfoque metódico y poder estandarizar las actividades desde el inicio hasta el cierre de cada proyecto.

Actualmente, la gestión de proyectos dispone de una extensa bibliografía de procedimientos y recomendaciones, en las que se definen áreas de conocimiento, materias, fases o procesos (dependiendo del estándar) que orientan a los directores de proyectos hacia el éxito de sus proyectos, dentro de éstas, se encuentra la Gestión del Riesgo, que tiene como objetivo aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto (2).

La temática de Gestión de Riesgos generó el interés de la presente investigación, ya que las organizaciones requieren de un mejor manejo de los Riesgos e incertidumbres que afectan sus proyectos, los recursos humanos, financieros, técnicos, el uso de nuevas tecnologías, la falta de comunicación y coordinación son algunas causales de Riesgo que amenazan el logro de los objetivos de todo proyecto: satisfacer los criterios de valor del cliente y usuarios, que son usualmente el costo, el tiempo y la calidad. Pese a todo ello, no es común ver que se aplique un proceso formal de la Gestión de Riesgos en las organizaciones como parte de la realización de proyectos.

Con el fin de profundizar en el tema de gestión de riesgos, se hace una descripción de algunas investigaciones o trabajos realizados, los cuales se registran en la tabla (1).

Luego de revisar estos trabajos de investigación, se ha enmarcado el entregable de este proyecto como un modelo con el fin de que pueda ser implementado no solo en IA, sino en cualquier organización que desarrolle proyectos, plantear un proceso o una metodología sería muy ajustado el alcance particular de este proyecto y lo que se quiere lograr es un enfoque general que permita ser aplicado en cualquier sector de la industria.

Tabla 1 Estudios Previos sobre Gestión de Riesgos.

Trabajo de Investigación	Descripción
"ESTUDIO DE CASO: ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO APLICADA A UN PROYECTO CARRETERO" (Barrantes M. J. 2011) (3)	**Aspectos Relevantes**: Se realiza la aplicación de la teoría de la administración del riesgo basada principalmente en el planteamiento y/o recomendaciones de la guía PMBOK del Project Management Institute (PMI) a la fase de oferta de un proyecto, se implementan los procesos de planificación de la administración de riesgos, identificación, análisis cualitativo, análisis cuantitativo, planificación de respuesta y monitoreo y control de riesgos a un proyecto. **Resultados**: La experimentación de la administración de riesgos en el proyecto caso de estudio, dio como resultados, la identificación de una serie de eventos que podían afectar los objetivos del mismo, los cuales fueron cuantificados (asignación de costos a cada uno) así como la evaluación de probabilidad e impacto, lo que permitió jerarquizar y poder plantear

	estrategias de respuesta, algunos riesgos fueron tomados en cuenta para cambiar los alcances del proyecto e incluir los costos en la propuesta según acuerdos con el cliente. Los demás registros de riesgos se trabajaran durante el desarrollo del proyecto buscando mitigarlos mediante las acciones propuestas. Dentro de las conclusiones del trabajo, se reconoce la importancia de incluir la metodología de administración de riesgos en la fase de análisis y preparación de la oferta de proyectos pues permite identificar actividades que no se contemplan en el alcance de los proyectos y con ello poder evitar pérdidas económicas para los ofertantes.
"**METODOS DE GESTION DE RIESGOS EN PROYECTOS DE SOFTWARE"** (Jaureche S. 2012) (4)	**Aspectos Relevantes**: El autor hace una investigación sobre algunos métodos de gestión de riesgos entre ellos: Boehm, RiskIT, PRM, SAFE y RIMAM. Se documenta una descripción detallada de cada método y posteriormente un análisis comparativo, definiendo las principales características, efectividad, ventajas y desventajas, dentro de las conclusiones del análisis, el autor propone considerar 3 aspectos para la elección de un método de riesgos para un proyecto: tamaño del proyecto, experiencia del gestor y esfuerzo requerido para gestionar. Teniendo en cuenta los análisis de los métodos mencionados, se selecciona el método RiskIT para ser aplicado en un proyecto de software. **Resultados**: Realiza la experimentación de la herramienta RiskTI en un proyecto en la fase de análisis

	y diseño de la reingeniería de un sistema de software, aplicando todas las fases o procesos del método (1. Definición del mandato de gestión de riesgos, 2.Revisión de las metas, 3. Identificación de Riesgos, 4. Análisis de riesgos, 5.Planteamiento del Control de Riesgos) Dentro de los resultados del ejercicio se describen las dificultades presentadas por la falta de experiencia en el tema por el gestor de la aplicación del método (autor) y la actitud de la empresa frente a los riesgos ya que en la mayoría de los casos optó por aceptar el riesgo y no implementar ninguna de las acciones ya que ellas implicaban aumentar el presupuesto del proyecto. En este orden de ideas el autor plantea condicionantes importantes a la hora de implementar un método de gestión de riesgos en una organización.
"**METODOLOGIA DE GESTION DE RIESGOS EN PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE PARA LA EMPRESA CONSULTORA CV3"** (Castillo E. M. 2009) (5)	**Aspectos Relevantes**: En este trabajo de tesis el autor desarrolla una metodología basada en los procesos sugeridos por el PMBOK junto a herramientas específicas para proyectos de software, la cual es aplicada a un proyecto de la empresa caso de estudio. El desarrollo de la metodología comprendió la documentación de un procedimiento, una plantilla con su respectivo instructivo y un plan de capacitación. El procedimiento para la gestión de riesgos excluye el proceso de análisis cuantitativo de riesgos y propone como herramienta para el proceso de Identificar Riesgos: utilizar el cuestionario de Identificación de riesgos basado en Taxonomía de Software.

	Resultados: En aplicación de la metodología de gestión de riesgos, se presentan los resultados de la planificación de la gestión de riesgos, la identificación y evaluación de los riesgos. Se encontraron como factores de éxito para la implementación de esta metodología en la empresa caso de estudio, la herramienta de identificación de riesgos basado en taxonomía de software ya que permitió identificar el 90% de riesgos registrados, la participación de todo el personal involucrado en el proyecto y el apoyo de alta dirección al ejercicio. No se presentaron resultados del cierre del proyecto que presentara la evaluación de la gestión de los riesgos en los objetivos de tiempo, costo y calidad (se menciona que se programaron reuniones para seguimiento y control pero no se presentan resultados finales). El ejercicio de implementación que se presenta es a modo de poder ilustrar la metodología para la futura aplicación en la empresa.
"GESTIÓN DE RIESGOS DE NEGOCIO. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGOS" (Cañas L. E. 2009) (6)	**Aspectos Relevantes**: Este artículo presenta el estudio de algunos sistemas de gestión de riesgos, con el ánimo de identificar los beneficios que éstos ofrecen a las organizaciones. El autor inicia con las definiciones de riesgo y como éstos son manifestados, luego presenta "la base del sistema de gestión de riesgos" definida en el Informe COSO4 - ERM (Enterprise Risk Management), conocido como COSO II, posteriormente se describen técnicas y metodologías para la gestión de los riesgos: 1. AS/NZS 4360:1999, Estándar Australiano para la Administración de Riesgos. 2. Metodología de Riesgos U.S. Federal Reserve Banks. (1994 revisión más reciente). 3. Gestión

	de Riesgos Corporativos – Marco Integrado, COSO-ERM y 4. Basilea II. Luego de presentar la estructura de las anteriores metodologías define en el cuarto capítulo los Sistemas de Gestión de Riesgos. **Resultados**: El sistema de gestión de riesgos propuesto comprende el establecimiento de lo siguiente: A.Estructura, organización y funciones de la gestión de riesgos: en este capítulo define los roles y responsabilidades de los involucrados en la gestión de riesgos. B. Etapas del Sistema de Gestión de Riesgos: el autor define y describe siete etapas, 1. Identificar los procesos que orientan los objetivos y metas de la organización, 2. Identificar los riesgos, 3. Asociar riesgos a procesos, 4. Análisis cualitativo y cuantitativo, 5. Tratamiento de riesgos, 6. Control de riesgos, 7. Evaluar efectividad de riesgos. C. Implantación del Sistema de Gestión de Riesgos (SGR), se establece como necesario contar con un proceso de culturización (capacitaciones a los involucrados), la definición de la metodología y la estructura de la gestión de los riesgos y el monitoreo, revisión y reporte de los resultados de la gestión de riesgos.
"GUÍA PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS EN LA CONDUCCIÓN DE PROYECTOS" (Boláinez Y. M. 2013) (7)	**Aspectos Relevantes**: El autor presenta la descripción y estructura de diferentes métodos para la Gestión de Riesgos y a partir de ello define una guía realizar el análisis y gestión de los riesgos en los proyectos pequeños.

	Resultados: La guía propuesta para la Gestión de Riesgos se compone de seis etapas: 1. Definición, 2. Planeación, 3. Identificación, 4. Evaluación, 5. Manejo, 6. Monitoreo y control. No se realiza experimentación del modelo propuesto.
"GESTIÓN DE RIESGOS EN LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS: **EL MODELO DEL PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE"** (Del caño A, Cruz M.P. 2002) (8)	**Aspectos Relevantes**: Este articulo tiene como fin analizar el modelo del PMI para la Gestión de Riesgos, y estructura el desarrollo del documento en 4 secciones: 1. Presenta el análisis de la estructura general de gestión de proyectos presentada por el PMI, 2. Los inicios de la documentación del área del conocimiento de Gestión de Riesgos (GRP), 3. Los antecedentes de otros modelos de Gestión de Riesgos y finalmente 4. El análisis detallado del planteamiento de GRP por el PMBOK. **Resultados**: Como resultados del análisis, los autores señalan que los modelos más completos y solidos de GRP son PRAM, PUMA, RAMP y PMBOK, sin embargo sugieren que la elección del método adecuado dependerá de las necesidades de los proyectos y de las organizaciones que los desarrollan.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La empresa IA México, que es objeto de caso de estudio, actualmente cuenta con un sistema de gestión de proyectos relativamente joven en su implementación y en la administración de sus proyectos son reactivos a los acontecimientos que van surgiendo, toda vez que no se tienen las herramientas, procesos o metodologías que busquen la prevención de eventos que puedan afectar los objetivos de sus proyectos.

Como antecedente a la definición de este problema, se analizaron los resultados de los indicadores de cumplimiento de tiempo, costo y calidad de los proyectos ejecutados en el último año, encontrándose, que éstos no fueron los esperados de acuerdo a lo inicialmente planificado. En la figura (1). Se muestran los resultados del análisis al cumplimiento de tiempo en 15 proyectos del año 2016, de los cuales se observa que ninguno finalizó en el tiempo planeado, seis de estos proyectos tuvieron una desviación aproximada del 50% y nueve entre el 100% y 233%. Aunque la información sobre las causas que ocasionaron el impacto o desviación negativa en el cumplimiento del tiempo no se encuentra documentada, en las entrevistas realizadas a los directores de proyectos se encuentran como detonantes de este periodo de desfase del termino de los proyectos, factores externos principalmente relacionados con los clientes tales como: falta de entrega de piezas para realizar las pruebas, adecuaciones de las instalaciones del cliente donde se instalará el proyecto.

Estas situaciones podrían ser tratadas dentro del plan de mejora continua si se tuviera una documentación de lecciones aprendidas, y para este caso tomar acciones encaminadas a implementar desde la fase de estimación la limitación de los alcances del proyecto donde se puntualizan las actividades, se incluyen servicios de garantías, se establecen sanciones o pagos extras por incumplimiento de los clientes, entre otros.

Figura 1 Resultados Indicador Tiempo - Proyectos año 2016

Ante estos resultados y anudados a las desviaciones que se obtuvieron en los indicadores de costo y calidad, surge la necesidad de este trabajo de investigación, donde se pretende analizar el sistema de gestión de proyectos actual con el objetivo de proponer un modelo que se ajuste a las necesidades de la empresa, y que permita como lo sostienen Díaz, Leyva y García 2013 (9) estar preparados para lo que pueda suceder, con estrategias para la toma de acciones destinadas a eludir y reducir la exposición a los costos u otros efectos de aquellos eventos que ocurran, en lugar de reaccionar después de que un evento ya ha ocurrido e incurrir en los costos que implican recuperar una situación.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Contar con un modelo que permita Gestionar los Riesgos puede vislumbrar un panorama importante para la administración de proyectos al estar preparados proactivamente para enfrentar las amenazas que afecten el resultado final de los proyectos teniendo en cuenta que el propósito principal es proteger los intereses de la empresa y de los clientes.

Este trabajo de tesis, estará orientado a la investigación sobre las mejores prácticas, normatividad y herramientas disponibles para la Gestión de Riesgos, con el fin de construir un modelo que se adapte a las necesidades de IA y pueda además proporcionar al Sistema de Gestión de Calidad las estrategias para introducir una cultura de control del Riesgo que se pueda ver reflejada en el éxito de los proyectos a desarrollar.

Es una necesidad para IA implantar la Gestión de Riesgos por dos situaciones que marcaran diferencias a los resultados actuales, primero asegurar mayor cumplimento en los objetivos estratégicos que se miden a través de indicadores de cumplimiento de tiempo, costo y calidad, y segundo en la documentación del conocimiento de la empresa, pues actualmente no hay un repositorio que almacene información de riesgos de proyectos, lecciones aprendidas, oportunidades de mejora y que a través de este modelo se permitirá la generación de una base de información para referenciación de futuros proyectos.

- **Costo-beneficio**

El modelo propuesto le permitirá a IA contar con una serie de herramientas para documentar y controlar los riesgos a los que están expuestos los proyectos, mejorar la comunicación con los responsables de los planes de acción y verificar la efectividad en las acciones tomadas, considerando desde medidas preventivas hasta las acciones correctivas a implementar, posterior a la ocurrencia de los riesgos. De esta manera ver resultados tangibles en la reducción de la probabilidad de ocurrencia de eventos negativos que afecten el costo, tiempo o calidad de los proyectos.

Los costos de la implantación del Modelo de Gestión de Riesgos en IA México se definirían por la inversión de tiempo para llevar a cabo las fases de análisis, diseño, implementación, documentación y capacitación para las cuales se estiman cuatro meses, sin embargo, por tratarse de un desarrollo de investigación del posgrado no tendrá costo alguno, otro rubro será la dedicación de los miembros del equipo del proyecto piloto para llevar a cabo la experimentación del modelo, para lo cual se estiman dos horas a la semana, se suman las horas para atender las jornadas de capacitación por parte de los diferentes involucrados en el sistema de gestión de proyectos que irían de 8 a 12 horas dependiendo de las necesidades de la organización, finalmente se considera que posterior a esta investigación se requerirá la dedicación de un recurso para el seguimiento y maduración del modelo por un periodo de 6 meses.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general:

Diseñar e implementar la propuesta de un modelo práctico y efectivo para la Gestión de Riesgos en proyectos de IA México con el ánimo de afrontar de manera proactiva a los posibles eventos que afecten los objetivos de los proyectos.

1.4.2 Objetivos específicos:

1. Proponer un modelo de Gestión de Riesgos basado en las mejores prácticas o estándares internacionales.
2. Estructurar un modelo que permita optimizar los resultados de los objetivos de tiempo, costo y calidad de los proyectos.
3. Integrar un modelo de Gestión de Riesgos en los procesos de la cadena de valor de IA México.
4. Contribuir a la creación de una cultura preventiva para gestión de proyectos dentro de IA México.

1.5 HIPÓTESIS

El establecimiento de un modelo de Gestión del Riesgo, puede aumentar significativamente el éxito en el desarrollo de los proyectos de una organización a través de la identificación, evaluación, respuesta y control de los efectos que puedan impactar el cumplimiento de los objetivos del proyecto en tiempo, costo y calidad.

H1: Implementar un Modelo de Gestión de Riesgos puede reducir las desviaciones actuales en cumplimiento del tiempo planeado para la ejecución de los proyectos en un 50%.

H2: Implementar procesos formales para la Gestión de Riesgos podrá aumentar la calidad del proyecto esperada por un cliente.

H3: Implementar un Modelo de Gestión de Riesgos puede reducir las desviaciones del presupuesto asignado para la adquisición de materiales, asegurando finalizar el proyecto por debajo del 10% del costo estimado.

H4: Con la implementación de un Modelo de Gestión de Riesgos se puede generar una estructura para la Gestión del conocimiento de una empresa.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Marco Referencial

2.1.1 Introducción

Industrial Automation, es una compañía fundada desde 1992 en los Estados Unidos con la misión de proporcionar soluciones automatizadas a través de tecnología probada y de vanguardia a los clientes principalmente con requerimientos de la industria automotriz. (10)

En el año 2012 se inicia el proyecto IA México, con sede en Querétaro, y tras 4 años de operación se consolida la alianza IA Group entre los dos países.

La oferta de soluciones de automatización industrial del Grupo, comprenden desde el concepto hasta la instalación para cualquier tipo de aplicación, se construyen equipos de celdas de trabajo de una sola unidad hasta Líneas de montaje completamente integradas, entre otras, los servicios prestados incluyen:

- Evaluación del concepto
- Diseño
- Ingeniería
- Fabricación
- Programación
- Instalación
- Soporte

2.1.2 Desarrollo de Proyectos en IA

IA México, inicio su primer año desarrollando proyectos de pequeñas dimensiones y con una plantilla de veinte personas, sin embargo, a través de los resultados en los

proyectos ejecutados y la gestión comercial de su equipo directivo, en el segundo año de operación aumentó en 114% las cifras de ventas y por ende el desarrollo de proyectos de gran tamaño y complejidad, ante estas actividades, como estrategia organizacional se incluyó dentro de la estructura para la gestión de proyectos la figura del PM, con el fin de establecer un líder para coordinar la ejecución de las actividades de todas las áreas involucradas en el proyecto (Diseño, Manufactura, Control, Programación y Ensamble).

En el año 2016 esta figura de ejecutor del PM pasó a la figura de Gestor o administrador de Proyectos, gracias a la designación de Gerentes de Especialidad para cada área en desarrollo de proyectos (Diseño, Manufactura, Control, Programación y Ensamble) de esta manera el enfoque del PM sería el de concentrar los esfuerzos en la planeación, gestión y control de los proyectos asignados, no obstante, en estos años de cambios en estructuras y conceptos en el desempeño de los involucrados en el desarrollo de proyectos se conservan antiguas mentalidades de ejecutores con algunas carencias de direccionamiento estratégico basados en estructura de Gestión de Proyectos, por lo que surge la necesidad de estructurar y documentar las actividades enmarcadas en un sistema de gestión de proyectos que permitiera optimizar los resultados, estandarizar actividades, gestionar y controlar los procesos.

Actualmente, se encuentra en fase de implementación el Sistema de Gestión de Proyectos y la formación de los PM bajo la estructura del PMI, con la meta de lograr la certificación de PMP® y CAMP® para conseguir alineación con la estrategia de carrera de la Organización y que el personal adquiera las competencias para la implementación del Sistema de Gestión de Proyectos.

2.1.3. Estructura Organizacional

IA México, presenta una estructura que se alinea a la definida por la guía PMBOK de *Organización Matricial Fuerte*, ya que tiene un área específica y dedicada para la

dirección de proyectos conformada por un gerente de operaciones y diferentes categorías de directores de proyectos (PM) las cuales son definidas según su grado de experiencia y capacidad para liderar proyectos como lo muestra la figura (2) y además cuenta con las diferentes áreas (Ingeniería (Diseño Mecánico y Diseño Eléctrico), Compras, Manufactura, Ensamble y Programación) que sirven de apoyo a la ejecución de los proyectos lideradas por gerentes que tienen a cargo personal técnico y administrativo que van asignando a cada proyecto.

Dentro de las características de los PM en IA, se encuentran que tienen dedicación completa y autoridad considerable en la gestión de los proyectos con el equipo de trabajo técnico y administrativo asignado de las diferentes áreas de la organización que se encuentra dedicado a tiempo completo para el desarrollo del proyecto.

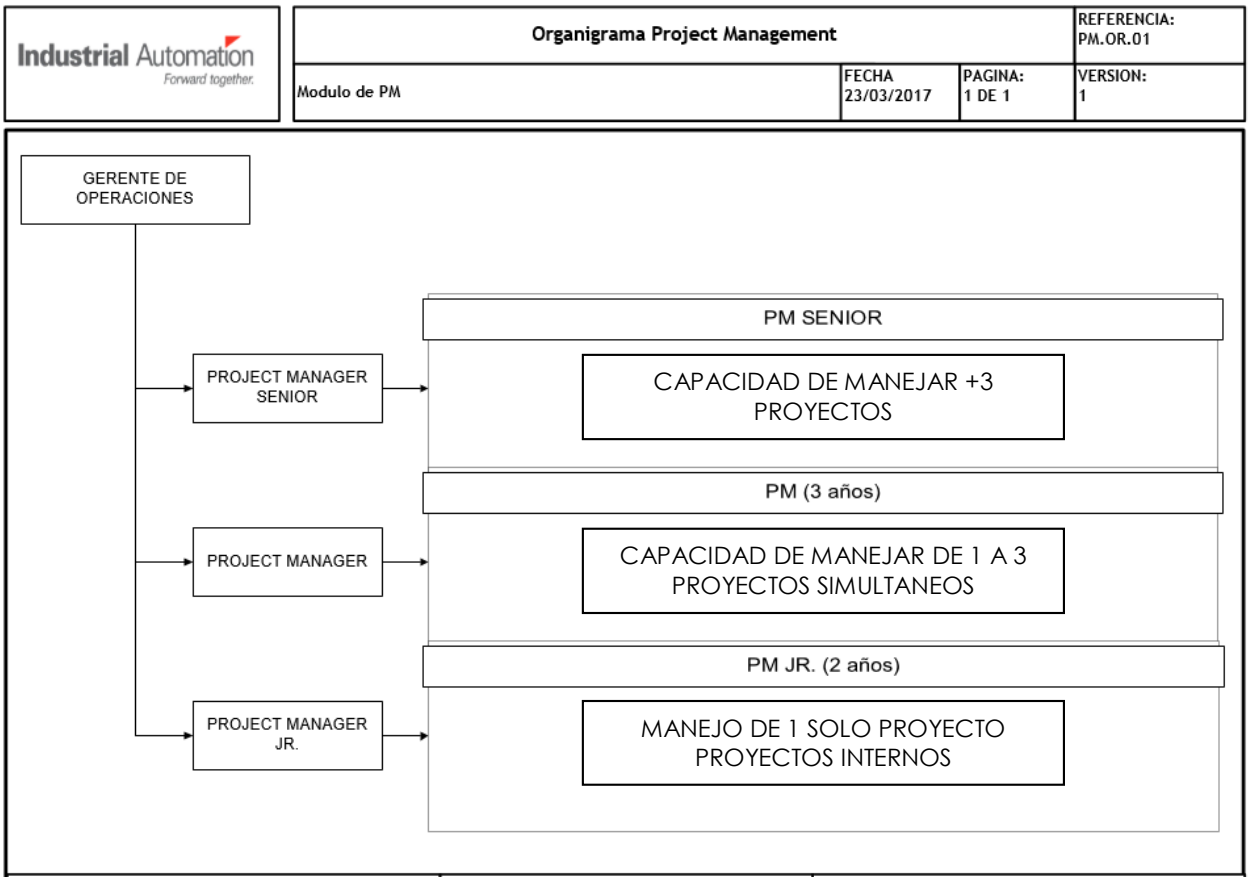


Figura 2 Estructura de Gestión de Proyectos IA México

2.2 Teoría de la temática

A continuación se definirán los conceptos y términos necesarios para comprender el contexto en el que será desarrollado el proyecto.

2.2.1 Contexto de la Gestión de Proyectos

2.2.1.1 Proyecto

Según la definición del Project Management Institute (PMI), un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. (2)

Bajo este concepto el término temporal, se refiere a que cada proyecto siempre tendrá un comienzo y un fin determinado, un tiempo delimitado, una duración cuantificable (11), esto no significa que necesariamente un proyecto deba tener una corta duración, pero si, que la duración es limitada y el proyecto no será un esfuerzo continuo.

Se definen como únicos dado que cada proyecto posee características y funciones específicas que le confieren la cualidad de único (11).

Otra característica fundamental es la *elaboración gradual,* (12) pues para facilitar la gestión, los proyectos tienden a dividir sus diferentes etapas en fases que conforman el ciclo de vida del proyecto.

2.2.1.2 Ciclo de Vida de un Proyecto

El ciclo de vida de un proyecto como lo sugiere el PMBOK (2) es la serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre.

Estas fases deben seguir una secuencia lógica, con un comienzo y un final, y deben utilizar recursos para proporcionar resultados. Generalmente, las fases del proyecto se

dividen por puntos de decisión que pueden variar dependiendo del ambiente organizacional. (ISO 21500) (13)

Según lo establece PMBOK figura (3) todos los proyectos pueden configurarse dentro de la siguiente estructura genérica de ciclo de vida:

- Inicio del proyecto,
- Organización y preparación,
- Ejecución del trabajo y
- Cierre del proyecto.

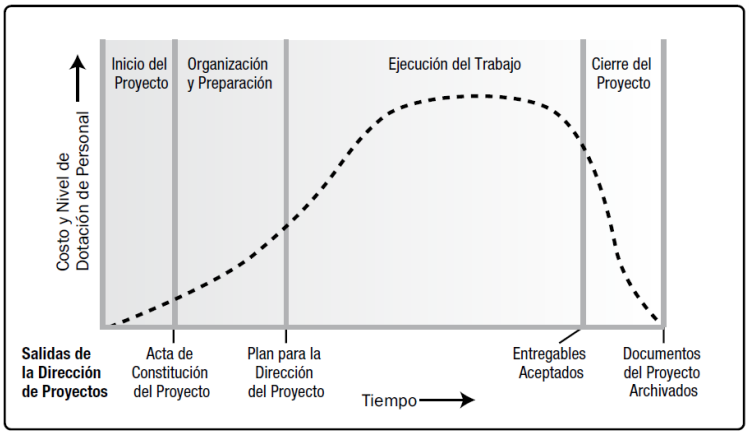


Figura 3 Ciclo de Vida en Proyectos (PMBOK-PMI)

2.2.1.3 Éxito del Proyecto

Dado que los proyectos son de naturaleza temporal, el éxito de un proyecto debe medirse en términos de completar el proyecto dentro de las restricciones de alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgo. (2)

Standish Group, organización dedicada a la consultoría y principalmente a la investigación sobre el desempeño de los proyectos de software, genera cada dos años desde 1994 un Informe llamado CHAOS que presenta una instantánea del

estado de la industria de desarrollo de software. El informe más reciente fue publicado en el 2015 y presenta el análisis de 50.000 proyectos de todo el mundo, la figura (4) resume los resultados de los proyectos en los últimos cinco años teniendo en cuenta tres factores de éxito (en tiempo, en presupuesto y satisfacción con los resultados (calidad)).

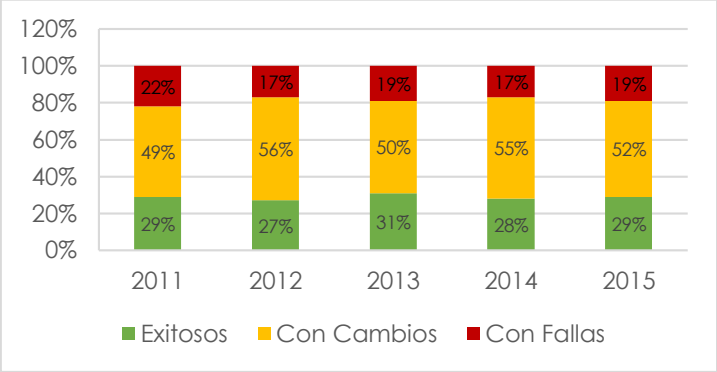


Figura 4 Resultados de Proyectos Standish Group (14)

La figura (4) concentra los resultados de proyectos dedicados a un sector específico como lo es el desarrollo de software, presentando que aproximadamente el 70% de los proyectos no finalizan de acuerdo a lo estimado.

Teniendo en cuenta la necesidad de aumentar el éxito de los proyectos, surgen teorías o disciplinas que definen herramientas para gestionarlos, en el siguiente apartado se presentan algunos modelos de gestión de proyectos que se han documentado como estándares o guías de referencia para las organizaciones que desarrollan proyectos.

2.2.1.4 Gestión de Proyectos

La gestión de proyectos incluye la integración de las diversas fases del ciclo de vida del proyecto (13), el conocimiento requerido puede clasificarse en áreas diferenciadas que permiten segmentar el tipo de trabajo requerido a lo largo del

ciclo. Estas áreas pueden variar dependiendo del estándar, guía o norma a seguirse en cada organización.

En este caso de estudio, se han revisado tres estándares utilizados internacionalmente que sugieren un compilado de buenas prácticas para la Gestión de Proyectos, la Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos PMBOK, el estándar creado en el Reino Unido PRINCE2 (Projects In Controlled Environments) y la Guía de Orientación sobre la gestión de proyectos ISO 21500, con el fin de identificar sus planteamientos sobre la estructura propuesta para la gestión de proyectos, en la tabla (2) se presenta un cuadro comparativo con cada uno de estas.

Tabla 2 Áreas del conocimiento Estándares Internacionales

ISO 21500	PMBOK	PRINCE2
Integración	Integración	Business Case
Partes Interesadas	Interesados	
Alcance	Alcance	
Recursos	Recursos Humanos	Organización
Tiempo	Tiempo	
Costos	Costos	
Riesgos	***Riesgos***	***Riesgos***
Calidad	Calidad	Calidad
Adquisiciones	Adquisiciones	
Comunicación	Comunicaciones	
--	--	Planes
--	--	Cambios
--	--	Progreso

Dentro de las áreas donde hay convergencia en los tres estándares se encuentra el área del conocimiento de Riesgos, que cobra un valor importante y necesario a incluir en la gestión de un proyecto.

2.2.2 Gestión de Riesgos en Proyectos

2.2.2.1 Riesgo

Según PMBOK, el Riesgo de un proyecto es un evento o condición incierta que, de producirse, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos del proyecto, tales como el alcance, el cronograma, el costo y la calidad. Un riesgo puede tener una o más causas y, si se produce, uno o más impactos.

La asociación (APM) (15) usa una definición similar, definiendo riesgo como "Un evento incierto o un conjunto de circunstancias que, si se producen, tendrán un efecto en la consecución de los objetivos del proyecto".

La norma AS9100C (16) define riesgo como "Una situación o circunstancia indeseable que tiene tanto una probabilidad de ocurrir como una consecuencia potencialmente negativa".

Por su parte la ISO 31000, define riesgo como "Efecto de la incertidumbre sobre los objetivos", entendiendo el efecto como una desviación de aquello que se espera, sea positivo, negativo o ambos, la incertidumbre como el estado, incluso parcial, de deficiencia de información relacionada con la comprensión o el conocimiento de un evento, su consecuencia o probabilidad y los objetivos pueden tener aspectos diferentes (por ejemplo financieros, salud y seguridad, y metas ambientales) y se pueden aplicar en niveles diferentes (estratégico, en toda la organización, en proyectos, productos y procesos. (17)

Las organizaciones según PMBOK presentan diferentes actitudes frente al riesgo, las cuales clasifican en tres categorías *apetito de riesgo:* grado de incertidumbre que una organización está dispuesta a aceptar, *tolerancia al riesgo:* grado de riesgo que podría resistir la organización y *umbral de riesgo:* definición del parámetro a partir del cual la organización aceptará el riesgo.

Estas características generalmente se definen para poder llevar a cabo los procesos de análisis y evaluación de los riesgos ya que se establecen los criterios que clasificaran el tipo de riesgo y que conllevará a la selección de una respuesta diferente dependiendo del riesgo.

2.2.2.2 Gestión del Riesgo

Se define gestión del riesgo como las Actividades coordinadas para dirigir y controlar una empresa en relación con el riesgo. Definición 2.1. ISO Guía 73:2009 (18)

En proyectos, el riesgo tiene su origen en la incertidumbre, que está presente en todos los proyectos. Los Riesgos que pueden ser identificados representan riesgos potenciales que de manera anticipada se prevén y que en caso de manifestarse pueden tener un efecto perjudicial en el desarrollo del proyecto, y para los cuales se puede estar preparado a través de un plan de respuesta. Los Riesgos no identificados representan aquellos que se surgen inesperadamente, y que no pueden preverse ni administrarse de forma proactiva.

Por tanto para los riesgos identificados tempranamente o aquellos que surgen de modo inesperado se aplica la Administración de Riesgos la cual incluye todos los procesos relacionados con la planeación de la gestión, la identificación y registro, la evaluación cualitativa y cuantitativa, la planeación de la respuesta a los riesgos, y su seguimiento y control.

Se puede entonces considerar como administración de riesgos el método sistemático que permite planear, identificar, analizar, evaluar, tratar y monitorear los riesgos asociados con una actividad, función o proceso, para que la organización pueda reducir pérdidas y aumentar sus oportunidades.

Existen diversos esquemas y opiniones acerca de la estructura ideal del proceso de la Gestión de Riesgos. Sin embargo, casi todos concuerdan con el siguiente esquema

básico: los riesgos son primero identificados, luego registrados, cuantificados, y finalmente controlados hasta el final de del Proyecto.

2.2.2.3 Modelos de Gestión de Riesgos

Actualmente se utilizan una serie de modelos para realizar un proceso lógico y sistemático que puede ser utilizado cuando se toman decisiones para mejorar la efectividad y eficiencia de las empresas. Los modelos permiten identificar y estar preparados para lo que puede suceder, se trata de tomar acciones destinadas a eludir y reducir la exposición a los costos u otros efectos de aquellos eventos que ocurran, en lugar de reaccionar después de que un evento ya ha ocurrido e incurrir en los costos que implican recuperar una situación.

En la tabla (3) se presentan algunos modelos que presentan propuestas para la Gestión de Riesgos.

Tabla 3 Modelos de Gestión de Riesgos

ETAPAS/ AUTOR	PMI (PMBOK 2013)	ISO 21500 (2012)	APM (PRAM 2004)	PRINCE2 (2009)
Planificación	**x**		**x**	
Identificación	**x**	**x**	**x**	**x**
Análisis / Valoración	**x**	**x**	**x**	**x**
Respuesta a los Riesgos	**x**	**x**	**x**	**x**
Monitoreo / Control	**x**	**x**	**x**	**x**
Registro de Riesgos	**x**		**x**	**x**
Reporte / Retroalimentación	**x**		**x**	**x**

MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PRESENTADO POR PMI (PMBOK 2013):

Como se vio anteriormente, el PMBOK divide en diez áreas el conocimiento para la Dirección de proyectos, siendo la octava la Gestión de Riesgos del Proyecto (PRM – Project Risk Management, en inglés), en la cual tiene como objetivo "…identificar y priorizar los riesgos antes de que ocurran, a su vez proporcionar información orientada a la acción a los Gerentes de proyectos. Esta orientación requiere la consideración de eventos que pueden o no ocurrir y por consiguiente se describen en términos de probabilidad de ocurrencia, además de otras dimensiones tales como su impacto sobre los objetivos"

Para el PMI la gestión de riesgos de un proyecto incluye las actividades concernientes con la conducción de la planificación de la gestión, identificación, análisis, respuesta, y monitoreo y control de riesgos en un proyecto como se presenta en la tabla (4); la mayoría de las cuales se actualizan a lo largo del mismo.
Los procesos de la gestión de los riesgos interactúan entre sí y también con los procesos de las otras áreas de conocimiento. Cada proceso se ejecuta por lo menos una vez en cada proyecto y en una o todas las fases del ciclo de vida del proyecto.

El PMI utiliza cierta notación estandarizada para describir cada una de los procesos de cada área del conocimiento, definiendo las *Entradas* que recibe, las *Herramientas y Técnicas* utilizadas para realizar las tareas propuestas y las *Salidas* que se deberán obtener en cada proceso.

Tabla 4 Procesos Gestión de riesgos PMBOK

	GRUPOS DE PROCESOS				
AREA DE CONOCIMIENTO	**INICIO**	**PLANIFICACION**	**EJECUCION**	**MONITOREO Y CONTROL**	**CIERRE**
Gestión de los Riesgos del Proyecto		**1.**Planificar la Gestión de los riesgos **2.**Identificar los riesgos		**6.**Controlar los riesgos	

		3.Realizar análisis cualitativo de los riesgos **4.**Realizar análisis cuantitativo de los riesgos **5.**Planificar la respuesta a los riesgos			

Proceso 1: Planificar la Gestión de Riesgos

Este proceso define el cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto y asegura que el nivel, el tipo y la visibilidad de la gestión de riesgos son acordes tanto con los riesgos como con la importancia del proyecto para la organización.

El plan de gestión de los riesgos es vital para comunicarse y obtener el acuerdo y el apoyo de todos los interesados a fin de asegurar que el proceso de gestión de riesgos sea respaldado y llevado a cabo de manera eficaz a lo largo del ciclo de vida del proyecto

Dentro de las entradas del proceso enmarcadas en los Activos de los procesos de la organización se encuentran entre otras: Las categorías de riesgo, las definiciones comunes de conceptos y términos, los formatos de declaración de riesgos, las plantillas estándar, los roles y las responsabilidades, los niveles de autoridad para la toma de decisiones, y las lecciones aprendidas.

Los factores ambientales de la empresa que pueden influir en el proceso Planificar la Gestión de los Riesgos incluyen, entre otros, las actitudes frente al riesgo, los umbrales y las tolerancias, que describen el nivel de riesgo que una organización soportará.

Como salida del proceso se genera el plan de gestión de los riesgos, que incluye la metodología, roles y responsabilidades, presupuesto, calendario, categorías de riesgo, definiciones de la probabilidad e impacto de los riesgos, formatos de los informes y seguimiento.

Proceso 2: Identificar los Riesgos

En este proceso se determinan los riesgos que pueden afectar al proyecto y se documentan sus características, el beneficio que genera el proceso es la documentación de los riesgos existentes y el conocimiento y la capacidad que confiere al equipo del proyecto para anticipar eventos.

Los participantes en las actividades de identificación de riesgos pueden incluir: el director del proyecto, los miembros del equipo del proyecto, el equipo de gestión de riesgos (si está asignado), clientes, expertos en la materia externos al equipo del proyecto, usuarios finales, otros directores de proyecto, interesados y expertos en gestión de riesgos.
Identificar los riesgos es un proceso iterativo debido a que pueden evolucionar o se pueden descubrir nuevos riesgos conforme el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida. El proceso involucra al equipo del proyecto de modo que se pueda desarrollar y mantener un sentido de propiedad y responsabilidad por los riesgos y las acciones de respuesta asociadas.

El proceso de Identificar los riesgos presenta diversas entradas, con lo que se propone considerar todo el panorama del proyecto entre éste, los costos, el cronograma, la calidad, los recursos humanos, el alcance proyecto, las actividades, los interesados, las compras, con el ánimo de poder encontrar los factores de riesgo que puedan abarcar todas las áreas del Proyecto.

Como herramientas se definen revisiones a los documentos del proyecto, técnicas de recopilación de información como: tormenta de ideas, técnica Delphi, entrevistas y análisis causa/raíz, análisis con lista de verificación que es una técnica que se desarrolla sobre la base de la información histórica y del conocimiento acumulado a

partir de proyectos anteriores similares y de otras fuentes de información, así mismo se sugiere la aplicación de análisis de supuestos, técnicas de diagramación como: diagramas causa/efecto, diagramas de flujos de procesos y diagramas de influencias, análisis FODA y el juicio de expertos.

La salida del proceso es el registro de riesgos, donde se documentan los eventos, impactos y causas, así como las potenciales respuestas.

Proceso 3: Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos

Este proceso consiste en priorizar los riesgos para el análisis o acción posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos.

El beneficio clave del proceso es que permite a los directores de proyecto reducir el nivel de incertidumbre y concentrarse en los riesgos de alta prioridad.

El análisis cualitativo de riesgos se aplica a la lista de los riesgos creados o actualizados en el proceso de identificar los riesgos. Los riesgos que se evalúan como de alta prioridad serán un foco importante en el proceso Planificar la Respuesta de Riesgos.

Las entradas para el análisis cualitativo incluyen el plan para la gestión de riesgos definido en el primer proceso, el registro de riesgos, el alcance del proyecto, factores ambientales de la empresa como: estudios de la industria sobre proyectos similares por especialistas en riesgos y bases de datos de riesgos.

Las técnicas presentadas están dirigidas a evaluar la probabilidad de que cada riesgo ocurrirá y el impacto de cada riesgo sobre los objetivos del proyecto.

La organización debe fijar las combinaciones específicas de probabilidad e impacto que llevan a calificar un riesgo de importancia: "alta", "moderada" o "baja".

Las salidas del proceso de análisis y evaluación cualitativa serán las actualizaciones a los registros de riesgos.

Proceso 4: Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos

En este proceso se analizan numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto, se genera información cuantitativa sobre los riesgos para apoyar la toma de decisiones a fin de reducir la incertidumbre del proyecto.

El proceso realizar el análisis cuantitativo de riesgos se aplica a los riesgos priorizados mediante el proceso anterior de análisis cualitativo de riesgos. El proceso realizar el análisis cuantitativo de riesgos analiza el efecto de dichos riesgos sobre los objetivos del proyecto. Se utiliza fundamentalmente para evaluar el efecto acumulativo de todos los riesgos que afectan el proyecto. Cuando los riesgos guían el análisis cuantitativo, el proceso se puede utilizar para asignar a esos riesgos una prioridad numérica individual.

Las herramientas que sugiere la guía para el análisis cuantitativo van desde técnicas de representación de datos como distribuciones de probabilidad, hasta técnicas de modelado como análisis de sensibilidad, análisis de valor monetario esperado, modelado mediante técnica Montecarlo.

El resultado de este proceso es la actualización del registro de riesgos con los datos de análisis probabilísticos del proyecto (probabilidad de alcanzar el proyecto en costo y tiempo), listas de riesgos priorizadas y tendencias de resultados.

Proceso 5: Planificar la Respuesta a los Riesgos

Mediante este proceso se desarrollan las opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto. Se abordan los riesgos en función de su prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, el cronograma y el plan para la dirección del proyecto, según las necesidades.

Las estrategias para dar respuesta a los riesgos identificados de acuerdo al resultado de la evaluación, son evitar, transferir, mitigar o aceptar si se trata de riesgos negativos o amenazas y explotar, mejorar, compartir y aceptar cuando se trate de riesgos positivos u oportunidades.

Como salida del proceso se documentan las respuestas en el registro de riesgos.

Proceso 6: Controlar los Riesgos

El último proceso está orientado a implementar los planes de respuesta a los riesgos, dar seguimiento a los riesgos identificados, monitorear los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto.
El beneficio de controlar los riesgos mejora la eficiencia del enfoque de la gestión de riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto para optimizar de manera continua las respuestas a los riesgos.

Las herramientas que se sugieren, pretenden definir un marco para el seguimiento de los riesgos, que permita llevar a cabo el análisis y evaluación del comportamiento de los riesgos generalmente de estas actividades resulta la identificación de nuevos riesgos, el cierre de los riesgos tratados eficazmente, como salidas del proceso principalmente se encuentran los informes, actualizaciones al registro de riesgos, requerimientos especiales para el desarrollo del proyecto.

MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PRESENTADO POR ISO (21500: 2012):

La norma ISO 21500:2012 (13) nace con el propósito de armonizar las buenas prácticas, normas, modelos y estándares más reconocidos internacionalmente sobre la gestión de proyectos, así mismo, para establecer principios, conceptos y términos comunes en la dirección y gestión de proyectos a nivel internacional y que se pueda contar con un estándar que pueda ser aplicable a cualquier organización independiente del tamaño y sector al que pertenezca.

Esta norma está dirigida a los altos directivos de las organizaciones (para que puedan entender mejor los principios y la práctica de la dirección y gestión de proyectos) y los patrocinadores de los proyectos (para ayudarles a dar el apoyo y la orientación apropiados a sus directores de proyecto, equipos de dirección de proyectos y a los equipos de proyecto).

Su estructura de Gestión de Proyectos es muy similar a la planteada en la guía PMBOK, se definen los grupos de procesos: Inicio, Planificación, Implementación, Control y Cierre.
Las denominadas áreas del conocimiento en el PMBOK, en esta norma ISO son llamadas grupos de materia, y al igual se componen de diez tal cual en la guía PMBOK: Integración, Partes Interesadas, Alcance, Recursos, Tiempo, Costos, Riesgos, Calidad, Adquisiciones y Comunicación.

La norma a diferencia de la guía PMBOK no establece técnicas o herramientas solo describe los procesos con elementos de entradas y salidas.

La materia de Riesgos como lo muestra la tabla (5) comprende actividades que se desarrollan en tres procesos del ciclo de vida del proyecto: Planificación, aquí se identifican y se evalúan los riesgos, en el proceso de implementación se tratan los riesgos y en el proceso de control se controlan los riesgos.

Tabla 5 Modelo ISO 21500

	GRUPOS DE PROCESOS				
MATERIA	**INICIO**	**PLANIFICACION**	**IMPLEMENTACION**	**CONTROL**	**CIERRE**
Riesgos		1.Identificar los riesgos 2.Evaluar los riesgos	3.Tratar los riesgos	4.Controlar los riesgos	

Proceso 1: Identificar los riesgos

Tiene como propósito identificar eventos potenciales con riesgos y sus características, es definido como un proceso iterativo porque pueden aparecer riesgos nuevos o cambias los existentes a medida que el proyecto avanza durante su ciclo de vida.

Los riesgos con un impacto potencial negativo sobre el proyecto se los denomina "amenazas", mientras que los que tienen un impacto potencial positivo sobre el proyecto se los denomina "oportunidades".

La entrada del proceso es el Plan del Proyecto y como salida se encuentra el registro de los riesgos.

Proceso 2. Evaluar los riesgos

Es en este proceso donde se miden y priorizan los riesgos identificados para la posterior toma de acciones, tal como la preparación de planes de respuestas ante los riesgos. Esta evaluación de riesgos incluye la estimación de la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo identificado y la correspondiente consecuencia sobre los objetivos, si es que el riesgo ocurre, posteriormente se priorizan los riesgos de acuerdo con esta evaluación teniendo en cuenta otros factores, como el calendario y la tolerancia al riesgo de las partes interesadas clave.

Se sugiere que la evaluación de los riesgos debe ser repetitiva y las tendencias que resulten del ejercicio indiquen más o menos acciones de gestión de riesgos.

Los elementos de entrada del proceso son los registros de riesgos y el plan del proyecto, como salida resultan los riesgos priorizados.

Proceso 3. Tratar los riesgos

El proceso Tratar los riesgos comprende el desarrollo e implementación de las acciones para mejorar las oportunidades y disminuir las amenazas a los objetivos del

proyecto, aquí se analizan los riesgos en función de su impacto insertando recursos y actividades en el presupuesto y el cronograma.

La definición del tratamiento del riesgo incluye medidas para mitigar el riesgo, desviarlo, o desarrollar planes de contingencia a ser usados en el caso de que el riesgo ocurra.

Las entradas al proceso son los riesgos registrados y el plan del proyecto, el resultado del tratamiento de los riesgos es la asignación de respuestas a los riesgos y los requerimientos de cambios al proyecto.

Proceso 4: Controlar los Riesgos

En este proceso se hace seguimiento a los riesgos identificados, con el propósito de minimizar la interrupción del proyecto determinando si las respuestas a los riesgos se ejecutan y si tienen el efecto deseado.

Del ejercicio de controlar los riesgos generalmente resulta la identificación y análisis de nuevos riesgos, así mismo, se hace el seguimiento de condiciones que disparan los planes de contingencia y se analiza la evolución de las respuestas a los riesgos, mientras que al mismo tiempo se evalúa su eficacia.

Los riesgos del proyecto deben ser evaluados periódicamente a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Se definen como entradas del proceso los registros de riesgos, los datos de progreso o desempeño del tratamiento de los riesgos, el plan del proyecto y las respuestas a los riesgos. Las salidas del proceso serán las acciones correctivas a tomar y los requerimientos de cambios al proyecto.

MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PRESENTADO POR APM (PRAM 2004)

La estructura del modelo de gestión de riesgos recomendado por la Guía PRAM (15) de la Asociación para la Gestión de Proyectos (APM) (2004) presenta la definición de cinco fases y una actividad transversal llamada "Gestionar proceso" como lo señala la figura (5) aquí se refleja un proceso iterativo, por lo que la salida de cada fase puede requerir que una fase anterior haya sido ejecutada.

Las fases del modelo se pueden dividir en sub-fases dependiendo de cómo se quiera implementar la gestión de riesgos; de modo que el nivel deseado de detalle debe ser determinado por las necesidades específicas de cada proyecto o por el grado de madurez de la capacidad de gestión de riesgos de la organización en donde se vaya a aplicar.

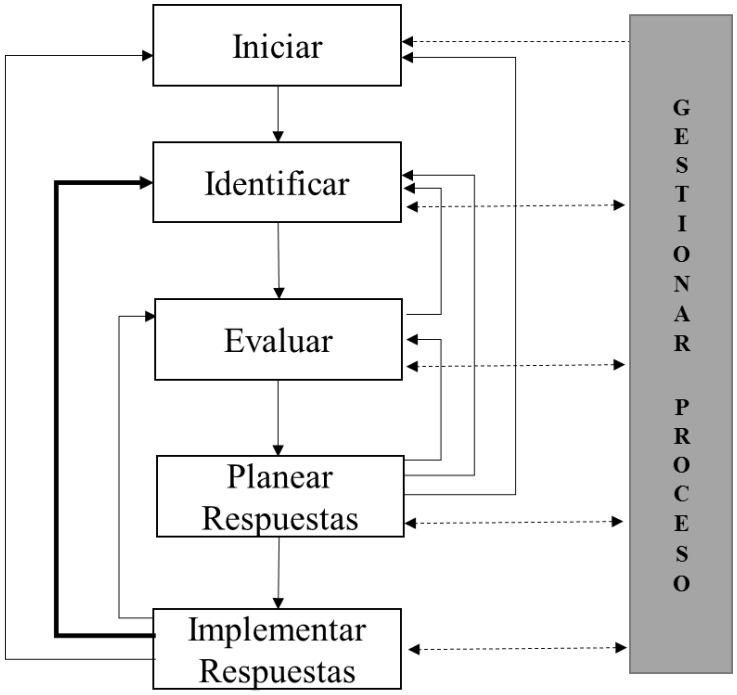


Figura 5 Modelo PRAM

–

Fase 1: Iniciar

Esta fase tiene como propósito establecer el alcance, los objetivos y el contexto para gestionar la gestión de riesgos. Esta fase puede ser dividida en dos sub-fases: 1. Definir el Proyecto y 2. Definir el Enfoque del Proceso de Gestión de Riesgos.

La sub-fase *Definir el proyecto* establece que para llevar a cabo la Gestión de riesgos en un proyecto, éste debe ser entendido claramente con respecto a los objetivos, los cuales reflejen los intereses de las partes involucradas y los criterios de éxito del proyecto; tener una clara definición del alcance, donde se especifique las actividades que constituyen el proyecto, lo que contempla y lo que se excluye, los responsables, las actividades o los términos del producto a producir y el tiempo de ejecución de éstas; así mismo, cualquier proyecto al que se aplique la gestión de riesgos debe tener una estrategia bien definida y un plan general para la ejecución del proyecto.

La sub-fase *Definir el Enfoque del Proceso de Gestión de Riesgos* establece que se deben tener bien definidos los objetivos y los requisitos de alto nivel para la Gestión de riesgos, los cuales serán revisados y actualizados de forma periódica durante la ejecución del proyecto.

La aplicación de la Gestión de riesgos debe ser desde el inicio del proyecto y durante todo su ciclo de vida, así mismo, la definición de la estrategia de la gestión de riesgos que contempla desde procedimientos, métodos, objetivos de la gestión de riesgos, responsables, habilidades y herramientas a aplicar, se establecen en el inicio y son documentadas dentro de un plan de gestión de riesgos.

Fase 2: Identificar

Esta fase busca la detección de los riesgos que puedan impactar a los objetivos del proyecto, presenta como herramientas de apoyo para esta fase:

- Análisis de Supuestos y Limitaciones.
- Listas de Verificación.
- Listas rápidas.
- Lluvia de Ideas.

- Entrevistas.
- Análisis FODA.
- Análisis de los interesados.
- Seguimiento de los proyectos.
- Técnica de Grupo Nominal.
- Técnica Delphi.
- Niveles de Preparación de Tecnología.
- Revisión por pares.
- Capitalización de una buena cultura de gestión de riesgos.

La generación de la lista de los eventos de riesgo, deber estructurarse lo más completa posible, donde se contemplen todos los tipos y fuentes de evento de riesgos pertinentes, al igual se debe consultar a los interesados y buscar opiniones externas cuando sea conveniente y práctico; se deben consultar las lecciones aprendidas de experiencias anteriores en materia de gestión de riesgo de proyectos similares.

En la ejecución de este fase, pueden ser definidas las respuestas para algunos eventos de riesgo, si no se establecen en este momento, deben ser fijarse más tarde dentro de la fase "Planear Respuestas".

Fase 3: Evaluar

La evaluación de los riesgos comprende el análisis de los eventos identificados con el ánimo de considerar las más adecuadas decisiones a tomar, además de clasificar o ponderar los riesgos tanto individuales como el riesgo global del proyecto.

Esta fase se divide en cuatro sub-fases: estructura, propiedad, estimación y evaluación, estas sub-fases pueden ser ejecutadas en ciclos según la naturaleza del proyecto, la guía PRAM plantea un máximo de tres ciclos.

La evaluación sobre cada evento debe describir la naturaleza de la incertidumbre que enfrentan y la naturaleza de su potencial de impacto positivo o negativo, estas evaluaciones deben ser hechas sobre la probabilidad de ocurrencia de un evento de riesgo y el impacto potencial.

La prioridad de los eventos de riesgo identificados debe evaluarse en términos del nivel de la amenaza que representa para el logro de los objetivos del proyecto o de la oportunidad de mejorar los resultados; para ello, se debe establecer una ventana del impacto del riesgo e indicar cuando es probable que el impacto se produzca y así ayudar a priorizar los riesgos.

Fase 4: Planear Respuestas

Esta fase busca el establecimiento de las respuestas a los eventos individuales identificados así como la búsqueda del ajuste del proyecto según la evaluación del riesgo global del proyecto.

Planear respuestas se compone de dos sub-fases: planear respuestas a eventos de riesgo y planear respuestas a riesgos del proyecto.

Sub-fase: Planear Respuestas a Eventos de Riesgo, con la aplicación de esta sub-fase se pretende evitar o reducir al mínimo las amenazas y explotar o maximizar las oportunidades, con el fin de optimizar la probabilidad de alcanzar los objetivos del proyecto.

Esta sub-fase inicia examinando las respuestas preliminares ya identificadas durante la fase de identificación y re-evaluarlas si no son las adecuadas, se identifican nuevas respuestas; así mismo, para todos los demás eventos de riesgo a los que no se le hayan previamente identificado respuestas deben ser revisados durante esta fase y generarle las respuestas apropiadas.

El gerente del proyecto debe tener en cuenta lo siguiente, para determinar si una respuesta se justifica:
(a) La importancia relativa de los diferentes objetivos del proyecto
(b) La importancia del evento de riesgo en relación con los objetivos del proyecto

(c) La efectividad potencial de la respuesta al momento de abordar el evento de riesgo y la consecución de los objetivos del proyecto
(d) El efecto probable en el tiempo de ejecución del proyecto, el presupuesto y el rendimiento
(e)El costo esperado de realizar la acción (incluyendo el costo de oportunidad), en comparación con los posibles gastos posteriores si no se toman las medidas y si el evento de riesgo se produce (si es una amenaza) o si se pierde (si es una oportunidad)
(f) La posibilidad de introducir eventos de riesgo secundarios en el proyecto, como resultado de la implementación de las acciones de las respuestas
(g) La disponibilidad de los recursos para las acciones de respuesta al riesgo.

Sub- fase: Planear Respuestas a Riesgos del Proyecto, es aquí donde se toma en cuenta el riesgo global del proyecto para la toma de decisiones en la planificación del proyecto.

Fase 5: Implementar Respuestas

En esta fase se asegura que se apliquen las acciones con base en las decisiones tomadas durante la fase Planear Respuestas. Esto incluye tanto las acciones para implementar respuestas a riesgos dirigidas a los eventos de riesgos individuales y a las acciones que afectan la planificación estratégica general y a la gestión del proyecto con base en la evaluación de los riesgos del proyecto.

Se realiza seguimiento a las respuestas definidas para cada riesgo con los propietarios determinados, los cuales deben ser responsables por los resultados; La aplicación de las respuestas de cada evento de riesgo debe ser controlada de manera que la respuesta a los riesgos y/o contingencia puedan ser ajustadas o se apliquen en forma apropiada.

Como resultado de implementar respuestas, se tiene la valoración de la eficacia del proceso de gestión de riesgos, determinando si se cumple con el alcance y los

objetivos establecidos durante la fase Iniciar; en caso de ser necesario se deben hacer modificaciones en el proceso y documentarlas en el plan de gestión de riesgos.

Fase 6: Gestionar Proceso

Esta fase busca asegurar la eficacia de la gestión de riesgos, toma la entrada de cada fase del proceso de gestión del riesgo y revisa el enfoque adoptado para cada fase, así como para el proceso en su conjunto.

Se definen las técnicas, herramientas, roles y responsabilidades, la comunicación, registros, entre otros, para llevar a cabo la implementación de la gestión de riesgos, el Gerente del proyecto debe garantizar la eficacia en esta implementación. La eficacia se define en términos del uso de los recursos, en la medida en que el proceso es proactivo en lugar de reactivo puede llevarse a cabo a través de revisiones formales y regulares del proceso de gestión del riesgo o puede llevarse a cabo de manera informal durante todo el proyecto.

MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PRESENTADO POR PRINCE2 (2009)

PRINCE2 hace uso del método MOR (por sus siglas en inglés: Management of Risk) el cual presenta una metodología genérica para gestionar el riesgo (19), la cual consiste en lo siguiente: entender el contexto del proyecto, involucrar a las partes interesadas: usuarios, proveedores y equipos para que ayuden a identificar los riesgos, proporcionar informes regulares de los riesgos y definir roles y responsabilidades de riesgos.

Partiendo de esta metodología, Prince2 establece su modelo como lo representa la figura (6) y recomienda que cada proyecto cuente con su documento de Estrategia de Gestión del Riesgo. Este documento define los procedimientos para la Gestión del Riesgo, en relación a cómo se identificarán, evaluarán, controlarán y comunicarán los riesgos en el proyecto.

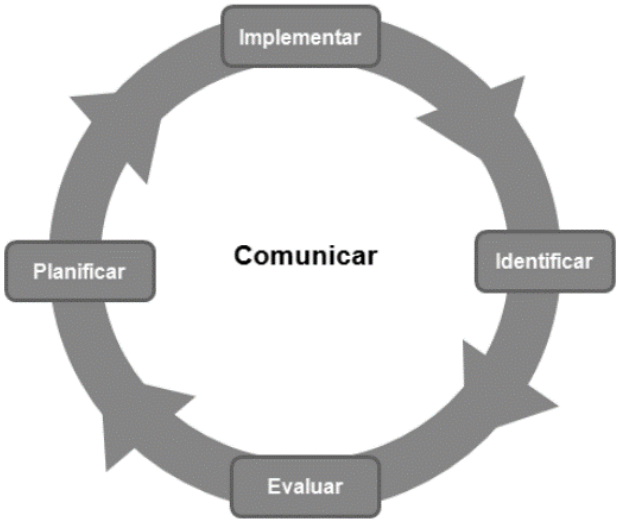


Figura 6 Modelo Gestión de Riesgos PRINCE (19)

Proceso 1: Identificar

En este paso se llevan a cabo las actividades para identificar el contexto del proyecto, definir el documento de estrategia de Gestión de Riesgos (procedimiento que establece estructura del registro del riesgo, categorías de riesgos, informes, roles y responsabilidades, escalas de probabilidad, impacto, etc.) el análisis de lecciones y riesgos de anteriores proyectos, aplicar listas de verificación, implementar herramientas para la identificación como lluvia de ideas y finalmente documentar los riesgos en términos de causa, evento y efecto.

Proceso 2: Evaluar

La evaluación del riesgo involucra dos acciones: estimación y evaluación del riesgo, verás que van de la mano: La estimación trata de evaluar la probabilidad, el impacto y la proximidad de cada amenaza u oportunidad. Estas son las tres columnas en el Registro del Riesgo. La evaluación se encarga de agrupar todos riesgos (tanto amenazas como oportunidades) para obtener un valor global del riesgo para todo el proyecto.

Estimación: Estimar los riesgos mediante técnicas como árboles de probabilidades, el valor esperado, el análisis de Pareto, y la matriz de impacto-probabilidad.

PRINCE2 recomienda colocar las estimaciones en un diagrama de perfil de riesgos como se muestra en la figura (7), un diagrama de probabilidad versus impacto, que facilita la comparación de riesgos entre sí. Este diagrama tiene una serie de ventajas, facilita la visión general de todos los riesgos, resulta muy útil para comunicar el nivel de riesgos del proyecto a la junta de proyecto, identificando qué riesgos requieren atención, se podrá marcar una línea de tolerancia al riesgo en el diagrama para distinguir aquellos riesgos que tengan altos rangos de riesgo y probabilidad de aquellos que tiene rangos menores, todos los riesgos por encima de la línea de tolerancia de riesgo necesitan que se tomen acciones.

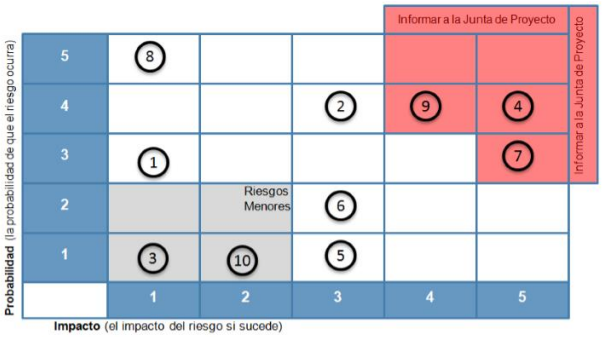


Figura 7 Diagrama de perfil de riesgos PRINCE2 (19)

Evaluación: La evaluación es la segunda parte de la fase de evaluación en la estructura presentada para la Gestión del Riesgo de PRINCE2.

El objetivo de la evaluación es evaluar todos los riesgos juntos (tanto amenazas como oportunidades) para obtener un valor global del riesgo para todo el proyecto.

Proceso 3: Planificar

En esta fase se realiza la planificación de las respuestas a las amenazas y oportunidades identificadas.

PRINCE2 sugiere 6 tipos de respuestas para las amenazas y 4 para las oportunidades:

- Respuestas a las amenazas:
  a) Evitar: Realizar alguna acción para que la amenaza no tenga más impacto o no vuelva a ocurrir.
  b) Reducir: Acciones para reducir la probabilidad del riesgo y reducir el impacto en el caso de ocurrir el riesgo.
  c) Estrategia alternativa: consiste en planificar alguna acción alternativa que pueda ser llevada a cabo si el riesgo ocurre (Contingencia).
  d) Transferir: transferir el riesgo financiero a otra parte.
  e) Compartir: aplica tanto para amenazas como para oportunidades, ejemplo cliente/proveedor comparten las ganancias si los costos son menores a los planificados y las pérdidas si los costos exceden.
  f) Aceptar: aceptar el riesgo es no plantear acciones para tratarlo y aceptarlo si llegase a suceder.

- Respuestas a las oportunidades:
  a) Aprovechar: si el evento ocurre, se toma ventaja de él y se utiliza o implementa en la organización.
  b) Incrementar: se realizan acciones para aumentar la probabilidad de que el evento tenga lugar o para aumentar el impacto de dicha oportunidad en el caso de ocurrir.
  c) Compartir: Se da en el caso de compartir las ganancias y pérdidas con la otra parte.
  d) Rechazar: Cuando se identifican oportunidades pero se decide no realizar ninguna acción para aprovecharla.

Proceso 4: Implementar Respuestas

En esta fase el objetivo es asegurarse de que las respuestas planificadas se realicen; tanto las acciones correctivas como de seguimiento, en este paso, el manual PRINCE2 menciona dos roles específicos para llevar a cabo este aseguramiento, ellos son: propietario del riesgo y ejecutor del riesgo:

El Propietario del riesgo es responsable de gestionar y realizar el seguimiento de los aspectos relacionados con el riesgo. Además, puede llevar a cabo acciones que le hayan sido asignadas.

El Ejecutor del riesgo es alguien asignado para llevar a cabo acciones particulares además de dar apoyo al Propietario del riesgo. Por lo tanto no son responsables de gestionar ni de realizar el seguimiento.

Proceso 5: Comunicar

Este proceso se lleva a cabo de manera continua durante todas las fases de la Gestión del Riesgo y asegura que la información relacionada con las amenazas y oportunidades que enfrenta el proyecto se comunique dentro y fuera del proyecto a todas las partes interesadas necesarias.

Algunos de los informes de gestión que se utilizan para comunicar la información de los riesgos son: informes del punto de control, informes de desarrollo, informes al final de fase, informes al final de proyecto e informe sobre las lecciones.

CAPÍTULO 3 PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presenta el diseño metodológico aplicado para el desarrollo de este trabajo de tesis, se describe la metodología aplicada y las fuentes de información.

3.1 DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño metodológico bajo el cual se desarrolla la investigación comprende cinco fases descritas en la tabla (6), aquí se especifican las actividades y resultados de cada fase.

Tabla 6 Fases del diseño metodológico de la investigación

Fase	Actividades	Resultados
1. Estudio de teorías sobre Gestión de Proyectos y Gestión de Riesgos	1.1 Consulta antecedentes bibliográficos.	• Consolidado de trabajos similares al tema de investigación.
	1.2 Búsqueda de modelos de gestión de riesgos existentes.	
	1.3 Selección de modelos de referencia para análisis y posterior base de referencia para la propuesta del nuevo modelo.	• Análisis de estructura y aspectos relevantes de cada modelo.
2. Revisión sistema actual de la empresa	2.1 Revisión sistema de Gestión de Proyectos de la empresa.	• Análisis de la estructura actual de Gestión de Proyectos.
	2.2 Revisión de Gestión de Proyectos año anterior.	• Análisis de resultados de Gestión de Proyectos. • Definición de objetivos, análisis de la problemática,

		planteamiento de hipótesis.
3. Diseño de Propuesta del Modelo de Gestión de Riesgos.	3.1 Establecer la estructura del nuevo modelo propuesto para la gestión de riesgos.	• Selección de procesos que conformaran el Modelo. • Diseño de plantillas, procedimientos, esquemas del desarrollo de actividades en cada proceso de la Gestión de Riesgos.
	3.2 Identificar las variables (procesos, actividades, técnicas de apoyo y documentos asociados).	• Desarrollo de herramientas, procedimiento, plantilla a incluir como base para la gestión de riesgos.
4.Experimentación (Prueba piloto)	4.1 Implementar el modelo en un proyecto de IA.	• Informe de resultados • Recomendaciones • Registros Generados

3.2 METODOLOGÍA DE ESTUDIO.

3.2.1 Tipo de Investigación

La metodología aplicada en el desarrollo del trabajo de investigación tiene un enfoque cualitativo, toda vez que este enfoque se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados ni predeterminados completamente, y tal recolección

consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los involucrados en el trabajo de investigación, se utilizan técnicas para recolectar datos, como la observación no estructurada, entrevistas abiertas, revisión de documentos, discusión en grupo, evaluación de experiencias personales, registro de historias de vida, e interacción e introspección con grupos o comunidades. (20)

3.2.2 Fuentes de Información

Las fuentes de información para el presente trabajo de investigación serán primarias y secundarias:

Fuentes Primarias: Las fuentes de información primarias se encuentran en los portadores de las mismas, por lo tanto se emplearan entrevistas y la observación, con el fin de obtener un diagnóstico actual de la organización para la gestión de los proyectos.

Fuentes Secundarias: Se consultará información secundaria relacionada con el tema de investigación, a través de documentos disponibles como estándares, guías, normas, tesis, y artículos asociados, tanto físicos como en medios electrónicos disponibles en la web.

3.3. PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Estudio de teorías sobre Gestión de Proyectos y Gestión de Riesgos

En la primera fase se realizó la consulta de antecedentes bibliográficos con tres objetivos: comprender como se ha incluido los riesgos como área de conocimiento en la gestión de proyectos, identificar la estructura que plantean modelos de gestión de riesgos y conocer la evolución o desarrollo de la aplicación de esta área en diferentes trabajos de investigación.

La búsqueda en artículos de investigación, tesis, libros y normatividad relacionada con el tema de estudio, permitió encontrar diferentes modelos sobre la Gestión de Riesgos, identificando sus etapas o bien la estructura que presentan, las técnicas o herramientas sugeridas.

Para este trabajo de investigación, se seleccionaron y analizaron cuatro de todos los modelos encontrados, para realizar un análisis comparativo como base de referencia para la propuesta del modelo para IA.

Se tomaron en cuenta como criterios de selección que fueran estándares internacionales, reconocidos, aplicados y enfocados a la estructura de administración y gestión de proyectos, la tabla (7) señala el análisis de los cuatro enfoques identificando las convergencias y aspectos significativos de cada uno.

Tabla 7 Análisis de estándares de Gestión de Riesgos

MODELOS	**Estándar ISO 21500:2012**	**Estándar del PMI PMBOK (Project Management Institute).**	**Guía PRAM - APM (Association for Project Management).**	**Estándar PRINCE2 (PRojects IN Controlled Environments).**
Estructura	1. Identificar los riesgos 2. Evaluar los riesgos 3. Tratar los riesgos 4. Controlar los riesgos	1. Planificar la Gestión de Riesgos 2. Identificar los Riesgos 3. Realizar Análisis Cualitativo de Riesgos 4. Realizar Análisis Cuantitativo de Riesgos 5. Planificar Respuestas a los Riesgos 6. Monitorear y Controlar los Riesgo	1. Iniciar 1.1. Definir Proyecto 1.2. Enfoque del Proceso de Gestión de Riesgos 2. Identificar 3. Evaluar 3.1. Estructura 3.2. Propiedad 3.3. Estimación 3.4. Evaluación 4. Planear Respuestas 4.1. Planear Respuestas a Eventos Riesgo 4.2. Planear Respuestas a Riesgos del Proyecto 5. Implementar respuestas 6. Gestionar Proceso	1. Identificar 2. Evaluar 3. Planificar 4. Implementar 5. Comunicar
Convergencia	Analizando la estructura de los cuatro modelos, éstos presentan convergencia en las siguientes fases para la gestión del riesgo: ***Identificación, valoración, tratamiento y control.*** Los modelos presentados por los estándares PMI y PRAM presentan en cuanto a los procesos de planificación y evaluación. Tanto en PRAM como en PRINCE2 se analizan eventos de riesgos y riesgos totales del proyecto.			

Diferencias	El estándar ISO no plantea un proceso para la planificación inicial de la Gestión de Riesgos, Tampoco sugiere herramientas para el desarrollo de cada proceso. Presenta un enfoque sencillo y básico para la gestión de riesgos, a diferencia de los otros modelos que generan mayor nivel de detalle en cada proceso.	El estándar PMBOK divide la valoración del riesgo en análisis cualitativo y análisis cuantitativo. La estructura de cada proceso plantea elementos entradas, herramientas y salidas a un alto grado o nivel de detalle. Presenta un gran número de recomendaciones sobre herramientas que se pueden aplicar en cada proceso.	Se define el proceso Iniciar donde se define el contexto del proyecto y el enfoque de la Gestión de Riesgos. La evaluación del riesgo se divide en evaluación de estructura, propiedad, estimación y evaluación. En la fase de Planear Respuestas, se diferencian las respuestas a los eventos de riesgo y las respuestas a riesgos del Proyecto. El monitoreo y control a los riesgos aquí se denomina Implementar respuestas.	No establece un proceso inicial de planificación, sin embargo en la fase de identificación, se menciona que previo a identificar los riesgos se debe realizar el análisis del contexto del proyecto y la documentación sobre la estrategia de la gestión de riesgos (Procedimiento).

3.3.2 Revisión sistema actual de la empresa

El desarrollo de esta fase de la investigación comprendió la revisión al estado actual de la empresa IA en cuanto a su sistema de gestión de proyectos, la revisión de la estructura organizacional para la dirección de proyectos, los antecedentes en los proyectos anteriormente realizados y el conocimiento del personal involucrado en la gestión de proyectos sobre la temática de gestión de riesgos.

La estructura presentada en la figura (8) del sistema de gestión de proyectos de IA México nace a partir del proyecto de reingeniería de procesos y mejora de la organización, la cual se pretende trasladar y homologar con los sistemas implantados en las demás sedes de la organización en Estados Unidos luego de lograr el nivel de maduración necesario para compartir las buenas prácticas y lograr la unificación de los sistemas de gestión de proyectos en todo el grupo empresarial.

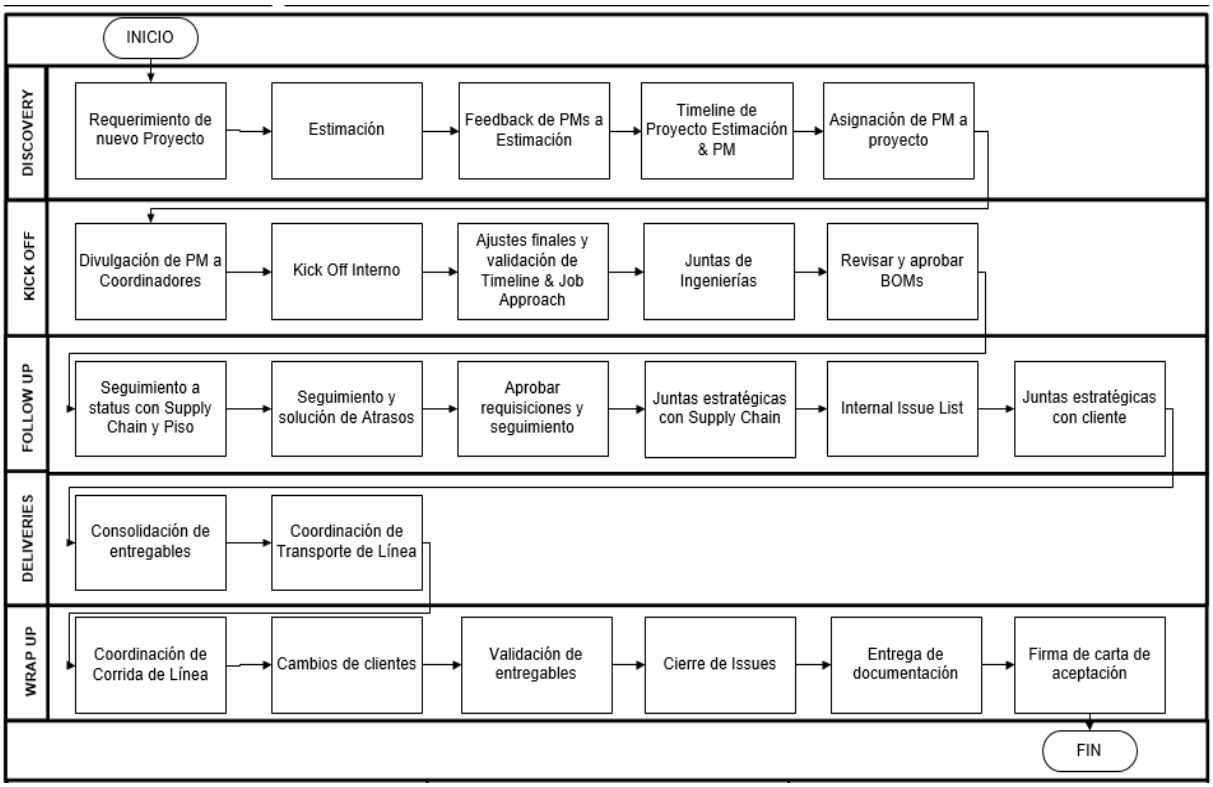


Figura 8 Sistema de Gestión de Proyectos IA

Como lo muestra la figura (8) la gestión de proyectos para IA México está compuesta por cinco fases definidas como: Discovery (Fase de análisis y estimaciones) Kick Off (Fase de arranque del proyecto y planificación) Follow Up (Fase de Seguimiento y Control) Deliveries (Fase de entregables) Wrap Up (Fase Cierre), éstas son descritas brevemente a continuación:

ETAPA 1: DISCOVERY (Análisis y estimación)

La primera fase en el sistema de administración de proyectos de IA inicia con el requerimiento de un cliente, el cual es analizado por personal del área de estimaciones donde se analiza la factibilidad del proyecto, posterior a ello se hace una estimación que incluye tanto costos como tiempo de duración y finaliza con la designación de un director de proyecto si se llega a un acuerdo satisfactorio con el cliente. Para IA México un proyecto nace con esta actividad de asignación del PM.

ETAPA 2: KICK OFF (Arranque del proyecto y planificación)

En esta fase una vez que el *PM* es asignado el área de Estimaciones realiza la comunicación y presentación formal del proyecto a los gerentes de las áreas, posteriormente se realiza la reunión de inicio donde se asigna al equipo que va a conformar el proyecto. El PM hace los ajustes finales y validación del tiempo estimado para el desarrollo del proyecto, se realizan las diferentes juntas de ingenierías (donde intervienen diseño mecánico, diseño eléctrico y el PM para afinar la traducción de las necesidades del cliente y presentación final del diseño para su aprobación). La fase finaliza con la revisión y aprobación de la lista de materiales para el proyecto.

ETAPA 3: FOLLOW UP (Seguimiento y Control)

Esta fase consiste en dar seguimiento a todas las tareas que involucran el *desarrollo* del proyecto y la coordinación de todas las áreas para que el proyecto finalice con los objetivos planteados de tiempo, costo y calidad.

ETAPA 4: DELIVERIES (Entregables)

En esta fase el PM se encarga de que los entregables estén en condiciones y consolidados para posteriormente entregar al cliente así como también coordinar y supervisar el transporte del entregable del proyecto a las instalaciones del cliente.

ETAPA 5: WRAP UP (Cierre)

La fase final del sistema de administración de proyectos se encarga de realizar todos los ajustes de programación y pruebas, así como la atención a las novedades o fallas que se presenten en la funcionalidad del entregable al cliente y finaliza con la entrega de documentos al cliente para la finalización del proyecto con la carta de su aceptación.

Estas etapas del sistema de gestión de proyectos se miden finalmente dentro de los objetivos organizacionales, IA México, ha definido como indicadores estratégicos para medir la efectividad del sistema de gestión de proyectos: el cumplimiento al presupuesto, tiempo y calidad como lo representa la figura (9). Por lo tanto todas las actividades, procesos, recursos y herramientas documentadas en cada fase de la gestión de proyectos deben contar con una alineación a la búsqueda del cumplimiento de estos objetivos.

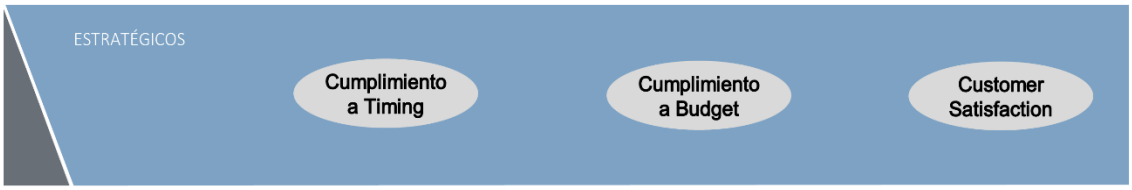


Figura 9 Indicadores Estratégicos IA México

El principal responsable de controlar el cumplimiento a éstos indicadores es el PM quien administra y controla todas las actividades desde inicio hasta la entrega del proyecto al cliente, estableciendo estrategias para alcanzar los porcentajes de efectividad definidos por la alta dirección presentados en la tabla (8).

Tabla 8 Indicadores Estratégicos IA México

KPI	Medición	Meta	Frecuencia
Cumplimiento del tiempo	Finalizar mínimo el 90% de los proyectos en tiempo estimado	90%	Semestral
Cumplimiento del presupuesto	Finalizar mínimo el 90% de los proyectos dentro del presupuesto asignado	90%	Semestral
Satisfacción del Cliente	Actualmente se mide a través de la firma de aceptación del cliente del producto o entregable final recibido a conformidad. En fase de implementación nueva herramienta con establecimiento de métrica para evaluar la calidad de los proyectos.		

3.3.3. Diseño de Propuesta del Modelo de Gestión de Riesgos.

Derivado del estudio de los planteamientos de los diferentes modelos internacionales sobre la gestión de proyectos, así como el estatus de la organización, se pudo identificar que no había una estructura orientada a la prevención de eventos que pudieran afectar el cumplimiento de los proyectos por ende no estaban contemplados procesos para la gestión de riesgos en ninguna de las fases del sistema de gestión de proyectos.

A partir de esta necesidad, se realiza la propuesta del Modelo de Gestión de Riesgos, realizando una compilación de las buenas prácticas estudiadas, ajustándose a las necesidades y estructura de la empresa Industrial Automation.

3.3.3.1 Integración Modelo de Gestión de Riesgos al Sistema de Gestión de Proyectos (Identificación de momentos de decisión)

Como punto de partida para diseñar la propuesta, se identifican los momentos de decisión (aquellos donde IA decide continuar con las diferentes fases para desarrollar un proyecto) en los cuales se requiere la integración de la gestión de riesgos, la figura (10) presenta la inclusión de las fases del modelo de gestión riesgos en las diferentes fases de la gestión de proyectos.

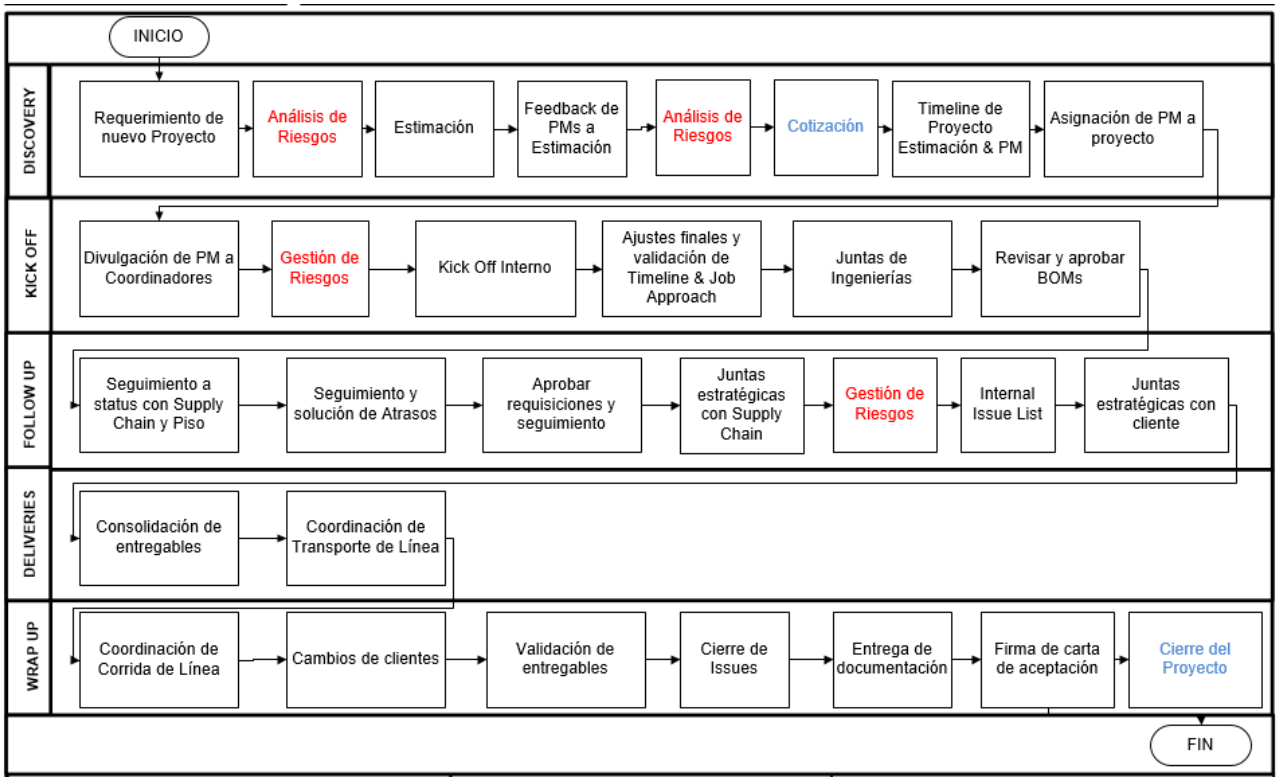


Figura 10 Propuesta integración Sistema de Gestión de Proyectos- Procesos Gestión de Riesgos

Los procesos identificados en el sistema de gestión de proyectos, que marcan los momentos de decisión y hacen parte de la cadena de valor en el ciclo de vida del proyecto son:

1. Estimación: Se propone realizar un análisis de factibilidad del requerimiento del cliente y en base a criterios definidos por la organización evaluar si se continua

con el desarrollo de la cotización o se declina y se informa al cliente. Responsables: Área de Estimaciones.

2. Cotización: Se propone realizar un análisis de riesgos para la cotización (propuesta técnico-económica) donde el grupo de expertos en la materia del requerimiento aporten su experiencia y conocimientos y puedan evaluar los eventos que pudieran afectar el proyecto de ser aceptada la propuesta.
   Responsables: Estimaciones, Grupo de Expertos.
   En el esquema actual de la compañía no se encuentra definido el proceso de Cotización, por lo que en la entrega de esta propuesta se recomendó la documentación del proceso y se marca en color azul en la figura (10), el objetivo de este proceso es establecer las actividades correspondientes a la documentación final de la cotización con los resultados del proceso de análisis de riesgos y revisión con expertos, para el posterior envío al cliente.

3. Ejecución: Para dar inicio al desarrollo del proyecto y durante todo su ciclo de vida, se propone desarrollar la gestión de riesgos que incluye tener en cuenta los análisis anteriores de riesgos en el proceso de Cotización y detallar más aspectos técnicos y administrativos para la ejecución del proyecto que puedan afectar los objetivos del mismo.

Finalmente, en el desarrollo de la propuesta de inclusión del modelo de gestión de riesgos en el sistema de gestión de proyectos, se determina la necesidad de establecer un proceso de Cierre del Proyecto requerido para presentar y evidenciar los resultados de la gestión del proyecto y la gestión de los riesgos del mismo, donde se presenten los indicadores de cumplimiento, así como las lecciones aprendidas, los riesgos que impactaron el proyecto y los que se mitigaron o evitaron.

3.3.3.2 Modelo de Gestión de Riesgos propuesto

El Modelo diseñado para la Gestión de Riesgos de proyectos en IA México como se observa en la figura (11), está compuesto por cuatro procesos: (1) Identificación, (2) Análisis y Evaluación, (3) Plan de Respuesta y (4) Seguimiento y Control, los cuales se definieron teniendo en cuenta las necesidades de la organización de contar con una estructura ágil y sencilla para incluirla en su sistema de gestión de proyectos, alineado a las buenas practicas sugeridas por los estándares internacionales.

Cabe recordar que los proyectos en IA México nacen con la asignación del proyecto al PM y es ahí donde se inicia la fase de Ejecución del proyecto (en la cual se aplicará la experimentación del modelo de Gestión de Riesgos).

Para las fases de Estimaciones y Cotización que se desarrollan en IA Estados Unidos, se propone la aplicación de los procesos de análisis de riesgos: (1) Identificación y (2) Análisis y Evaluación, sin embargo en este trabajo de investigación no se implementarán ya que el alcance definido comprendía iniciar con México para posterior replica y continuidad de la implementación por parte de la gerencia de calidad en las demás sedes.

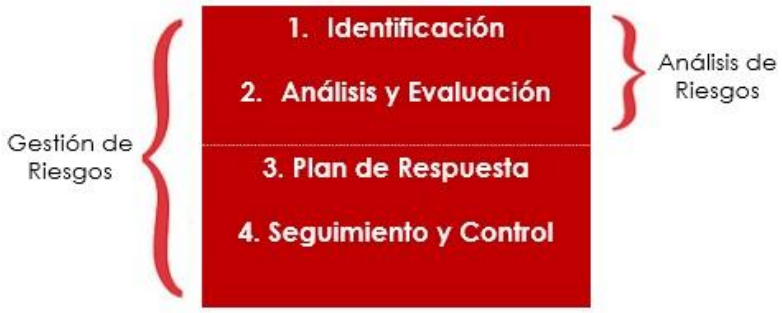


Figura 11 Modelo de Gestión de Riesgos Propuesto

El modelo de gestión de riesgos presenta interacción con los procesos que marcan los momentos de decisión en el ciclo de vida del proyecto y forman parte de la cadena de valor de la empresa como lo ilustra la figura (12).

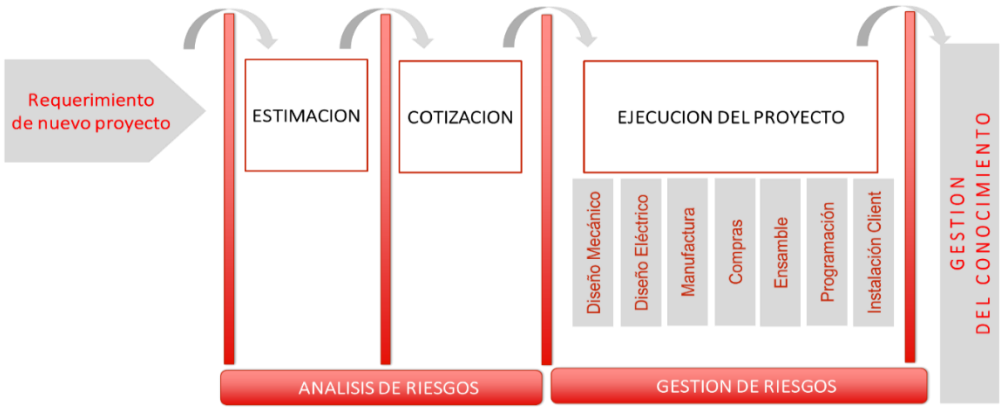


Figura 12 Integración de la Gestión de Riesgos a procesos de la cadena de valor de IA

3.3.3.3 Descripción de Procesos del Modelo de Gestión de Riesgos

1. **Identificación**

El objetivo de este proceso es generar una lista de riesgos con base en aquellos eventos que podrían impactar el logro de los objetivos del proyecto de tiempo, costo y calidad.

Como punto de partida para llevar a cabo el proceso de identificación de riesgos, se debe tener en cuenta los siguientes elementos de entrada:

- Categorías de Riesgos
- Lecciones aprendidas de otros proyectos
- Matriz de riesgos inherentes
- Banco de Proyectos.
- Documentos del Proyecto: Plan de Trabajo, Presupuesto, Cotización, RFQ, entre otros.

Las herramientas a utilizar para la identificación de eventos son la lluvia de ideas y la participación de expertos, y se genera como resultado la descripción del riesgo con la siguiente estructura:

- ID: código que se asigna para la identificación del riesgo, el ID está conformado por la inicial de la categoría del riesgo y un número consecutivo. Las categorías definidas para el riesgo son: T: Técnico, E: Externos, G: Gestión del Proyecto, O: Organizativos.
- Fecha Detección: fecha en qué se detectó el riesgo
- Riesgo: Eventos que, si ocurrieran, afectarían los objetivos del proyecto de forma negativa (amenaza) o positiva (oportunidades)
- Causas: Identificar la(s) causa(s) raíz del riesgo, potencial(es) o ya identificada(s) históricamente.
- Consecuencias: Integrar las posibles consecuencias del riesgo de acuerdo al impacto que genera en los objetivos del proyecto en tiempo, costo, calidad.

La detección de riesgos puede ocurrir en cualquier momento del proyecto y por cualquier persona, estos riesgos detectados deben comunicarse al PM asignado para su registro, evaluación y seguimiento.

2. Análisis y Evaluación

Para realizar el análisis y evaluación del riesgo, se seleccionó una de las herramientas de análisis cualitativo de riesgos sugeridas y descritas en la guía PMBOK: Evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos.

Los riesgos se evalúan en las reuniones llevadas a cabo para la identificación, análisis y evaluación con el personal experto e involucrado en el proyecto (PM, Gerentes de área, Gerente de Calidad, equipo del proyecto y expertos)

Se inicia con el análisis de (el) o los objetivos afectados si se llegase a presentar el riesgo definidos en tiempo, costo, calidad.

Posteriormente, se asignan valores a la probabilidad de que cada riesgo ocurra en una escala de 1 a 5, siendo 1 probabilidad ***muy baja*** de que ocurra, 2 probabilidad ***baja*** donde no es probable que ocurra, 3 probabilidad ***moderada*** que puede ocurrir, 4 probabilidad **alta** donde es altamente probable de que ocurra y 5 probabilidad ***muy alta*** que es casi seguro de que ocurra el evento. Así mismo se determina el impacto de cada riesgo en el éxito del proyecto (definido por el tiempo, costo y calidad) de en una escala de 1 a 5.

La escala para el impacto se determinó de acuerdo a la definición previa de la actitud de IA frente al riesgo, enmarcados en la tabla (9) en la cual se delimitan los criterios de ponderación para evaluar el impacto en los objetivos del proyecto.

Tabla 9 Escalas de Impacto

Objetivo del Proyecto	**Escala de Impacto**				
	Muy alto	**Alto**	**Moderado**	**Bajo**	**Muy Bajo**
Costo	Aumento ≥2.5%	Aumento en 2 - <2.5%	Aumento en 1.5 - <2%	Aumento <1.5%	Aumento del tiempo insignificante
Tiempo	Aumento >10%	Aumento en 6 - 10%	Aumento en 5%	Aumento <5%	Aumento del tiempo insignificante
Calidad	El proyecto no será aceptado con la calidad resultante	Los componentes afectados en su calidad no serán aceptados por el cliente	La afectación de calidad debe ser aprobada por el cliente.	Componentes muy específicos son afectados pero no impacta la calidad o funcionamiento del proyecto.	Componentes del proyecto con degradación de la calidad apenas perceptibles.

El resultado del riesgo se deriva de la multiplicación del valor de asignado de impacto por el valor asignado de probabilidad, registrando la información en la columna "Resultado" de la plantilla de Gestión de Riesgos, dónde se pondera y jerarquiza los riesgos identificados y analizados para dar lugar a su priorización como alto, moderado o bajo y continuar con la sección de plan de respuesta dependiendo cada uno de su priorización.

3. Plan de Respuesta

La Respuesta al riesgo involucra la selección de una o más opciones para modificar los riesgos y la implementación de tales opciones. Una vez implementado, el tratamiento suministra controles o los modifica.

De acuerdo al resultado de la evaluación del riesgo, se determinan las estrategias a tomar para atacar el riesgo, estas estrategias se toman a partir de la definición de los umbrales y tolerancia al riesgo definida por IA México. Los cuales se describen en la tabla (10)

Tabla 10 Estrategias para dar respuesta al riesgo en IA México

Estrategia	Descripción
Evitar - riesgos altos (>15)	Se selecciona esta estrategia cuando el resultado del producto de impacto y probabilidad es mayor que 15 con el fin de tomar medidas para eliminar el riesgo. El equipo de trabajo que se encuentre definiendo las estrategias debe actuar y documentar las acciones para eliminar la amenaza o para proteger al proyecto de su impacto.

Mitigar – riesgos moderados (10 -15)	Se toma la estrategia de mitigar cuando el resultado se encuentra en el rango de 10 a 15 y se toman medidas para reducir la probabilidad o las consecuencias del riesgo. Se deben adoptar acciones tempranas para reducir la probabilidad de ocurrencia o impacto del riesgo.
Aceptación o Transferencia – Riesgo Bajo (<9)	Para IA México un riesgo que se encuentre en la escala de nueve hace abajo se considera bajo y para éstos se podrán tomar las estrategias de aceptarlos tal como sucedan y lidiar con las consecuencias si se produce el riesgo, o transferirlo a una tercera parte si fuera necesario.

Posteriormente dependiendo de la estrategia determinada, se documentan las acciones para enfrentar los riesgos, incluyendo las acciones de contingencia con sus respectivos responsables. Preparar el o los planes para el manejo de los riesgos incluye todas las modificaciones a otros planes como los de trabajo, compras o de gestión de la configuración, entre otros documentos. (Las actividades generadas en la respuesta a riesgos deben incluirse en el plan de trabajo para efectos de seguimiento y control a las mismas).

4. Seguimiento y control

Mediante el proceso de monitoreo o control se implementan los planes de respuesta a los riesgos y se da seguimiento a los riesgos identificados, se identifican nuevos riesgos y se evalúa la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto.

- Semanalmente en el seguimiento a la ejecución de los proyectos se incluye la revisión del estado de la gestión de riesgos, el PM presenta el informe de los riesgos mitigados, los que han impactado al proyecto, los nuevos riesgos identificados y la gestión realizada según el plan de acción definido.
- Al finalizar la fase de ingeniería se realiza nuevamente análisis de riesgos en la reunión de empalme donde se liberan los entregables a manufactura y ensamble, los nuevos riesgos identificados deberán documentarse en la plantilla de Gestión de Riesgos.

3.3.3.4 Descripción de Fases del Modelo de Gestión de Riesgos

Partiendo del modelo propuesto y la identificación previa de las etapas donde se requiere la intervención del análisis y gestión de riesgos, se procedió con el diseño de la estrategia para cada una de ellas a continuación:

1. **Estimación – ANALISIS DE RIESGOS**

El Análisis de Riesgos en la fase de Estimación tiene como objetivo analizar la factibilidad del proyecto y determinar si la organización tiene la capacidad operativa, tecnológica, de recursos, entre otros para dar respuesta a los requerimientos de los clientes, como se muestra en la figura (13), los procesos para esta fase requieren de unos elementos de entrada, y generan unas salidas que dan como resultado la decisión de continuar el proceso de cotización o declinar el requerimiento.

Figura 13 Análisis de riesgos en fase de Estimación

ENTRADAS:

- **Requerimiento nuevo proyecto** Documento que genera el cliente el cual describe las características principales que debe contar los productos requeridos.
- **Criterios de evaluación** Elementos a evaluar acerca de las características de los productos requeridos, características o antecedentes del cliente. Se requiere definir una herramienta para documentar el análisis de riesgos y evaluación de factibilidad para la toma de decisión de continuar con la cotización del requerimiento.
- **Contexto de la Organización** Es el análisis y evaluación de los recursos existentes en la organización para dar atención y respuesta a las solicitudes de clientes, entendida como la carga de trabajo existente, el tiempo de respuesta que se puede dar para la atención a los productos solicitados, la tecnología requerida y recursos humanos, entre otros.
- **Banco de Proyectos** Base de datos de proyectos realizados por la organización que permitirá al equipo de estimación contar con información valiosa sobre trabajos similares y vislumbren un panorama de factibilidad para cotizar el requerimiento del cliente.

PROCESOS (descritos en la sección anterior)

1. **Identificación**
2. **Análisis y Evaluación**

SALIDAS

- **Riesgos fase I** Son los resultados del Análisis de Riesgos en la fase de Estimación y que son documentados en la herramienta que se construya para el Análisis de Factibilidad.
- **Cost Sheet** Documento que se genera con la lista de recursos a requerir para el proyecto (Presupuesto)
- **Write Up** Documento inicial o borrador de la cotización.

- **List Estimating** Base de datos de estimaciones que permite hacer seguimiento a las estimaciones realizadas.

2. **Cotización – ANALISIS DE RIESGOS**

Para dar inicio al desarrollo de la Cotización el resultado del análisis de riesgos en la fase de estimación debió concluir con la evaluación positiva de factibilidad de la organización para atender el requerimiento, por ende los elementos de entrada iniciales a la Cotización son los riesgos documentados en el análisis de factibilidad del requerimiento (Riesgos Fase I) el presupuesto inicial y la cotización preliminar como lo señala la figura (14).

El objetivo de analizar los riesgos en esta fase de cotización es determinar los riesgos asociados con el juicio de expertos y la información histórica de proyectos, lecciones aprendidas y las propias características del proyecto, para anticipar posibles eventos que puedan afectar o determinar algunos costos no contemplados en el borrador de cotización. Finalmente con este análisis tener un documento de cotización analizado a detalle antes de ser enviado al cliente para su revisión y aprobación.

Figura 14 Análisis de riesgos en fase de Cotización

ENTRADAS:

- **Riesgos Fase I** Resultados del análisis de riesgos y factibilidad del nuevo requerimiento del cliente.
- **Cost Sheet** (Definida en la fase anterior)
- **Write Up** (Definida en la fase anterior)
- **Solicitud Nuevo Proyecto (RFQ)** (Definida en la fase anterior)
- **Categorías de Riesgos** Teniendo en cuenta la definición de categorías propuesto por la guía PMBOK, se encontró alineación a las categorías que pudieran ajustarse a los eventos que afectan a los proyectos de IA. En la figura (15), se detallan cuatro categorías preestablecidas en el instructivo de la plantilla para la gestión de riesgos, y de cada categoría se desprenden sub-categorías y la descripción de cada una.

Industrial Automation Forward together.	Proyecto: Implementación Modelo de Gestión de Riesgos IA	
CATEGORIAS DE RIESGOS		
T: Técnico	Requisitos	Especificaciones poco precisas
	Tecnologia	Dependencia de "nuevos avances"
	Complejidad	Identificar como interactuará (interfaces, conectividad, etc)
	Rendimiento y fiabilidad	Por novedad, imposible estimar velocidad y fiabilidad
E: Externos	Proveedores	Retrasos en envíos o entregas
	Normativa	Un cambio legal puede variar el alcance y costos
	Mercado	Competidores ofertando propuestas similares
	Cliente	Los usuarios podrían cambiar el alcance o dirección del proyecto
G: Gestión del Proyecto	Estimación	Estimaciones del trabajo y costos inadecuados
	Planificación	Determinación del plan de trabajo inadecuadamente
	Control	Cambios constantes en los criterios para valorar el progreso
	Comunicación	Informes poco claros sobre la evolución del proyecto
O: Organizativos	Dependencias	Tareas criticas del proyecto dependen de la culminación de otros proyecto,
	Recursos	Otros proyectos podrian afectar la disponibilidad de recursos, rotación, capacidad
	Financiación	Presupuesto afectado por cambio en divisas

Figura 15 Categorías de Riesgos Propuestas

- **Matriz de Riesgos Inherentes** De acuerdo a las categorías de riesgos se hizo levantamiento de riesgos inherentes
- **Banco de Proyectos realizados** (Definida en la fase anterior)
- **Banco de Especialistas** Se diseñó una plantilla para documentar las habilidades, conocimientos y experiencia del personal de la empresa, con el fin de contar con una base de conocimiento y pueda ser utilizada en los procesos de Gestión de Riesgos.
- **Lecciones Aprendidas** Se diseñó una plantilla con el fin de poder registrar las lecciones aprendidas de los proyectos.

PROCESOS: (descritos anteriormente)

1. Identificación
2. Análisis y Evaluación

SALIDAS

- **Cotización** Documento que establece la propuesta económica y técnica para el cliente.

- **Riesgos Fase II** Registro de riesgos previo al envío de la cotización del cliente que servirá de entrada para la fase de ejecución del proyecto, de ser aprobada la cotización.

3. Ejecución – GESTION DE RIESGOS

Para la fase de ejecución de los proyectos a diferencia de las dos anteriores, se define la implementación de todos los procesos del modelo de gestión de riesgos como se presenta en la figura (16), dado que se debe incluir no solo el análisis de riesgos, sino la definición de las estrategias y planes de respuesta para atender cada evento identificado y las actividades relacionadas con el seguimiento y control durante toda la ejecución del proyecto para minimizar la probabilidad de ocurrencia e impacto en los objetivos.

Figura 16 Proceso de Gestión de Riesgo en fase de Ejecución

ENTRADAS:

- **Riesgos Fase II** Análisis de riesgos de la fase de cotización, estos riesgos son el punto de partida para iniciar el análisis antes de iniciar la ejecución del proyecto.

- **Cotización** (definida anteriormente)
- **Solicitud Nuevo Proyecto (RFQ)** (definida anteriormente)
- **Documentos 3D y 2D del cliente** Entregables del cliente, necesarios para iniciar la ingeniería del proyecto.
- **Presupuesto Asignado** Documento que genera el área de Estimaciones donde se estipula el presupuesto asignado para el proyecto, el cual debe gestionar el PM durante toda la ejecución del proyecto.
- **Tiempo estimado del Proyecto** Documento que define la fecha de finalización del proyecto.
- **Categorías de Riesgos** (definida anteriormente)
- **Matriz de Riesgos Inherentes** (definida anteriormente)
- **Banco de Proyectos realizados** (definida anteriormente)
- **Banco de Especialistas** (definida anteriormente)
- **Lecciones Aprendidas** (definida anteriormente)

PROCESOS: (definidos en el apartado anterior)

1. **Identificación**
2. **Análisis y Evaluación**
3. **Plan de Respuesta**
4. **Seguimiento y Control**

SALIDAS

- **Cierre de Gestión de Riesgos** Dentro de la propuesta de alienación del sistema de gestión de proyectos con Gestión de Riesgos, se establece implementar el cierre del proyecto, donde se presente el cierre de la gestión de riesgos, con los resultados de los riesgos mitigados, riesgos que impactaron al proyecto, y en general los resultados de la gestión.
- **Indicadores de costo, tiempo y calidad** En el cierre del proyecto y cierre de la gestión de riesgos, se presentan los resultados de los indicadores de desempeño del proyecto, en este informe se presentan cuáles de los riesgos impactaron en costo, tiempo o calidad al proyecto.

- **Actualización Lecciones Aprendidas** Finalizado el proyecto, se realiza la actualización al registro de lecciones aprendidas derivadas del desarrollo del proyecto y la gestión de riesgos.
- **Actualización Riesgos Inherentes** La información resultante de la Gestión de Riesgos, permite identificar nuevos riesgos que generalmente serán inherentes en los proyectos, por lo que debe actualizarse la base de datos, para que sirva de referencia en próximos ejercicios de identificación de riesgos.
- **Actualización Banco de Proyectos** La información resultante de la Gestión de Riesgos, servirá de referencia para actualizar la base de datos de proyectos realizados (determinación de finalización con éxito)

3.3.4. Estrategia para la Gestión de Riesgos.

La estrategia para implementar el Modelo de Gestión de Riesgos en Sistema de Gestión de Proyectos se estableció en un documento que contiene lo siguiente:

1. Procedimiento que documenta de manera específica y clara las actividades que se deberán llevar a cabo para dar cumplimiento a los procesos del modelo.
2. Roles y responsabilidades de la organización que intervendrán en los procesos.
3. Plantillas y herramientas a utilizar en el desarrollo de los procesos del modelo.

Así mismo, para dar inicio y durante el proceso de implementación del Modelo de Gestión de Riesgos se llevaron a cabo actividades para el fomento de la cultura preventiva en la Gestión de Proyectos mediante la aplicación del Modelo de Gestión de Riesgos, tales como capacitaciones sobre la teoría de gestión de riesgos, capacitaciones sobre el modelo propuesto y sesiones con los Project Manager para la aplicación de gestión de riesgos en sus proyectos.

El diseño del procedimiento abarcó las actividades para la fase de Ejecución, estructurando las actividades de los procesos del modelo Proceso de Gestión de riesgos como lo señala la figura (17).

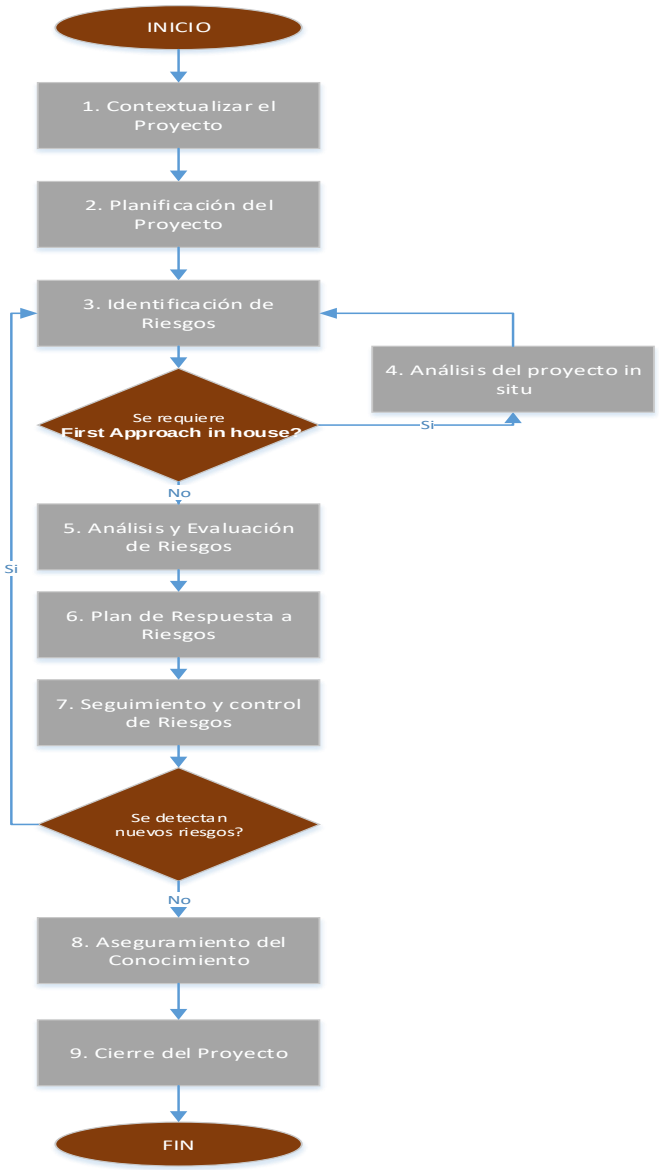


Figura 17 Procedimiento Propuesto Fase Ejecución

Los roles y responsabilidades definidos para la implementación del procedimiento comprenden desde el PM, el Gerente de Operaciones,, Gerente de Calidad,

Gerentes de áreas, expertos y equipo del proyecto, a continuación se describen estos roles y responsabilidades:

PM: Director de Proyecto

- Validar la estrategia definida para la Gestión de Riesgos
- Implementar la estrategia (Directo responsable del desarrollo de las actividades descritas en el procedimiento)

Gerente de Operaciones

- Autorizar y dar seguimiento al plan de riesgos.

Gerentes de área.

- Apoyar en todos los procesos de Gestión de riesgos, especialmente en los planes de respuesta donde sean responsables.

Expertos y Equipo del proyecto

- Personal con alto conocimiento y experiencia en el campo de acción del proyecto a analizar.
- Apoyar en todos los procesos de Gestión de riesgos, especialmente en los planes de respuesta donde sean responsables.

Gerente de Calidad.

- Mantener actualizada la estrategia de Gestión de Riesgos
- Seguimiento continuo a los procesos del Modelo mediante las reuniones establecidas de inicio a fin de los proyectos para verificar la ejecución efectiva de las mismas.
- Análisis de riesgos recurrentes y lecciones aprendidas al finalizar el proyecto para iniciar planes de acción.

La plantilla diseñada para implementar las actividades de los procesos de gestión de riesgos permite registrar los riesgos identificados como lo muestra la sección de la

plantilla en la figura (18), para el riesgo identificado se asigna el identificador (ID), se registra la fecha de detección del riesgo, la descripción del riesgo, las causas y consecuencias.

ID	Fecha Detección	Riesgo	Causas (Factores internos/extenos)	Consecuencias

Figura 18 Plantilla de Gestión de Riesgos - proceso Identificación

Continúa con la sección de análisis y evaluación figura (19) donde se analiza el objetivo afectado si se presentara el riesgo (Tiempo, costo, calidad), se evalúa la probabilidad y el impacto y se genera el resultado del riesgo donde se jerarquiza el riesgo, las celdas están programadas para cambiar el color dependiendo si se trata de un riesgo alto (rojo), riesgo moderado (amarillo) y riesgo bajo (verde).

Objetivo Afectado	Probabilidad (1-5)	Impacto (1-5)	Resultado (P*I)

Figura 19 Plantilla de Gestión de Riesgos -proceso Análisis y Evaluación

Finalizados los procesos de identificación, análisis y evaluación, se procede a documentar en las secciones que indica la figura (20) las estrategias de acuerdo

al resultado del riesgo (mitigar, evitar, aceptar, transferir), las acciones a tomar para el tratamiento de los riesgos, los responsables y la fecha compromiso para ejecutar cada acción.

Estrategia	Accciones	Responsable	Fecha Compromiso de la Acción

Figura 20 Plantilla de Gestión de Riesgos - proceso Plan de Respuesta

El seguimiento y control se registra para cada acción propuesta como se muestra en la figura (21), se documenta mediante el registro de seguimiento, % de avance de ejecución de cada una y finalmente la plantilla cuenta con un campo para registrar el estado del riesgo (Gestionado (que se refiere a Mitigado Evitado) Impactado (que ocurrió e impacto al proyecto), Pendiente (en gestión)).

Seguimiento	%avance	Estado del Riesgo

Figura 21 Plantilla Gestión de Riesgos - proceso Seguimiento y Control

La estrategia de Gestión de Riesgos, cuenta también con la definición de un indicador de desempeño (KPI) como lo describe la tabla (11) para medir la efectividad en la gestión de riesgos. El cual se analiza al finalizar cada proyecto.

Tabla 11 Indicador de desempeño del Modelo

KPI	Medición	Meta
Efectividad Gestión de Riesgos	(# Riesgos Impactados/ # Riesgos identificados)* 100	<=20%

CAPÍTULO 4 RESULTADOS

Con el ánimo de obtener resultados del Modelo propuesto se llevó a cabo la experimentación en un proyecto piloto, ésta aplicó solo en la fase de ejecución debido a que los procesos de Estimación y Cotización se realizan en las sedes de la IA Estados Unidos, por lo que el Gerente de Calidad realizará la implementación del Modelo en estas dos fases posteriormente.

En la tabla (12) se describe la información del proyecto utilizado en la prueba piloto.

Tabla 12 Descripción del proyecto piloto

Proyecto	2863 - Carrier Semiautomatic riveting cell
Descripción	**Celda Semiautomática de Remachado** Robot del IMM que carga automáticamente el carrier en el nido de remachado, posteriormente el proceso de remachado será realizado por el robot integrado en la celda y por el operador. • 3x versiones de Front End Carrier (FEC) a remachar. • (11 o 13 tuercas) Aplicación automática de tuercas remachables tipo M6 hexagonales con sistema "Pick and Place" por Robot de 6 ejes. • (5 tuercas) Aplicación manual de tuercas remachables tipo M6 hexagonal por el operador. • Aplicación semi-automática de 2x insertos metálicos en 2 versiones del FEC. • Total de 16x o 18x tuercas M6 a remachar por pieza según la versión. • Fixture y Nido común para las tres versiones del FEC a remachar. • Compatible con IMM1 y IMM2
Director del Proyecto	Yann Flandrin
Fecha de Inicio	11 de Abril de 2017
Duración	14 Semanas

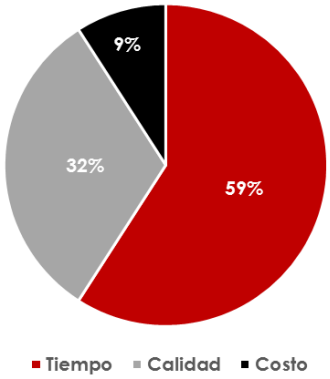
1.1. Implementación de los procesos del Modelo Gestión de Riesgos

La experimentación se inició con una reunión para presentar la estrategia del modelo de gestión de riesgos, dando a conocer el procedimiento a aplicar, así como la plantilla para los registros de riesgos donde participaron los involucrados en el proyecto: PM y Equipo del Proyecto.
Los resultados de la implementación de cada proceso se presentan en la tabla (13).

Tabla 13 Desarrollo de la experimentación del Modelo en proyecto piloto

Proceso	Actividades
1.Identificación	• Para el inicio de la identificación de riesgos, se tomaron los elementos de entrada (Documentación del proyecto, matriz de riesgos inherentes, lecciones aprendidas de otros proyectos, las categorías de riesgos, la información de proyectos realizados anteriormente y la experticia del equipo del proyecto) • La herramienta aplicada para la identificación de los riesgos fue la lluvia de ideas y los resultados de ésta se registraron en la plantilla establecida. • La identificación de riesgos se realizó desde el inicio del proyecto y en cada reunión de seguimiento semanal al proyecto.
Resultados	• El resultado de la primera sesión de identificación de riesgos fue la documentación de 23 eventos que consideró el equipo del proyecto como factores de riesgo que podían impactar el proyecto, se tomaron en cuenta todos los eventos identificados en la lluvia de ideas, sin realizar ningún tipo de cuestionamiento • Sin embargo, como resultado del siguiente proceso de análisis y evaluación, se pudo reconocer que de los 23 eventos identificados 8 de ellos no eran riesgos

	propiamente del proyecto sino que se trataban de situaciones que son recurrentes en la organización, riesgos que no fueron atendidos y que están teniendo impactos en los diferentes proyectos. • Derivado de este análisis se llevó a cabo una junta para presentar los resultados de los primeros resultados de la experimentación que sirvió además de jornada de capacitación y sensibilización sobre los conceptos de la gestión de riesgos, especialmente sobre el proceso de identificación de riesgos, ejemplificando con los eventos registrados, y analizando cuáles de ellos representaban realmente riesgo y cuáles de ellos ya eran situaciones recurrentes de la organización, evidenciando con esto uno de los beneficios de la aplicación de la gestión de riesgos en la empresa ya que se capitalizan los hallazgos lo que permite la toma de acciones para la mejora. • Los eventos registrados que fueron finalmente catalogados como situaciones recurrentes de la organización, se documentaron en la plantilla de lecciones aprendidas y se hizo entrega al Gerente de Calidad para la implementación de mejora continua con la toma de acciones correctivas para evitar la ocurrencia de dichos eventos en futuros proyectos. • Al final de la gestión de riesgos luego de diversas juntas de seguimiento a lo largo de la ejecución del proyecto quedaron identificados 22 eventos de riesgo en el proyecto, clasificados de la siguiente manera: Riesgos relacionados con la Gestión del Proyecto: 5 Riesgos relacionados con la Organización: 5

	Riesgos relacionados con aspectos Técnicos: 8 Riesgos relacionados con aspectos Externos: 4
Proceso	**Actividades**
2.Análisis y Evaluación	• Los riesgos identificados durante la ejecución del proyecto fueron analizados y evaluados considerando el objetivo a afectar en el proyecto, la probabilidad de ocurrencia y el impacto. • Se aplicó la matriz de probabilidad e impacto definida en el procedimiento para evaluar los riesgos.
Resultados	• De los 22 riesgos identificados en el proceso anterior, derivada de la evaluación: se asociaron 13 de ellos al objetivo tiempo del proyecto, 7 de ellos a calidad y 2 a costos, la figura (22) representa estos resultados,  *Figura 22 Riesgos asociados a Objetivos del proyecto* • Como resultado de la evaluación de probabilidad e impacto se categorizaron los riesgos de la siguiente manera: 4 eventos de alto riesgo, 9 como riesgos bajos y 9 como riesgos moderados.
Proceso	**Actividades**
	• De acuerdo a la evaluación y categorización de los riesgos se determinó la estrategia a seguir para el

3.Plan de Respuesta	tratamiento y respuesta a los riesgos: Mitigar, Aceptar, Transferir y Evitar. • Se documentaron las acciones para dar respuesta a la estrategia definida para cada riesgo.
Resultados	• Para los 4 riesgos evaluados como riesgos altos la estrategia determinada fue Evitarlos, para los 7 riesgos medios la estrategia Mitigarlos y para los 11 bajos fue aceptarlos, ningún evento tuvo la estrategia de Transferir. • Se determinaron los responsables y las fechas de ejecución para las acciones definidas para el tratamiento de cada riesgo.
Proceso	**Actividades**
4.Seguimiento y Control	• Revisión semanal a la gestión de riesgos • Seguimiento al cumplimiento de las acciones planteadas para el tratamiento de los riesgos • Identificación de riesgos mitigados, riesgos que impactaron el proyecto, nuevos riesgos.
Resultados	• Se registró semanalmente el avance en el tratamiento de riesgos. • Se identificaron nuevos riesgos en los ejercicios de seguimiento y control • Se realizó cierre de riesgos, determinando cuales impactaron el proyecto y cuales fueron gestionados efectivamente y no representaron desviaciones en los objetivos de tiempo, costo y calidad. • Del análisis de cierre de riesgos al finalizar el proyecto, se procedió con la documentación de las lecciones aprendidas.

4.2 Resultados relacionados con los objetivos del proyecto

De los eventos que representaban riesgo para el proyecto, atendiendo el proceso de *Seguimiento y Control* se han identificado los siguientes beneficios para la organización, gracias a la efectividad en la implementación de los planes de respuesta a los riesgos identificados y al seguimiento continuo del Project Manager asignado al proyecto, algunos de los más significativos se describen a continuación:

4.2.1 Reducción de Costos:

- Reducción del 14% del presupuesto asignado gracias a las acciones en la ejecución del proyecto, entre ellas la utilización de materiales de otros proyectos disponibles en el almacén.
- Descuento del 25% de un proveedor y 2.5% de otros dos proveedores.
- Logro de envío sin costo de uno de los componentes críticos del proyecto adquirido con proveedor de España.

4.2.2 Reducción de tiempo

- Se logró tiempo de entrega de componentes críticos del proyecto de 8 días antes al pactado por negociaciones extraordinarias con los proveedores
- Consecución de un proveedor con menor tiempo para trámites de importación.
- Asignación temprana de recursos humanos de ensamble al proyecto.
- Asignación de otro ingeniero al proceso de Diseño Eléctrico para asegurar cumplimiento de labores y aseguramiento de conocimiento del proyecto.
- Revisión oportuna con el cliente de sus necesidades antes de la liberación de diseño a manufactura.

- El proyecto que inicialmente tenía poca probabilidad de finalizar en tiempo, se finalizó en la semana 14 de acuerdo de lo inicialmente pactado.

4.2.3 Aseguramiento de Calidad

- Implementación de la herramienta Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMEF) en el área de ingeniería (Diseño Mecánico) con el ánimo de identificar problemas potenciales (desviaciones) y sus posibles efectos. Esta buena práctica ha sido incluida en los procedimientos del proceso para garantizar la aplicación en cada proyecto a realizar. Ver Anexo A.
- Aseguramiento de acuerdos con el cliente en cuanto a características y funcionalidad de la estación - Visitas a la planta del cliente para afinar y determinar requisitos.
- Implementación de junta de entrega y empalme Ingeniería a Manufactura.
- Estudio de manuales de componentes con antelación a la llegada a México para ensamble.
- Se realizaron mejoras en el diseño inicial en la fase de ingeniería, lo que permitió al final obtener un producto con mayor nivel de confiabilidad, eficiencia y calidad. Ver Anexo B.

1.3 Resultados relacionados con el Modelo Preventivo para la Gestión de Proyectos

1.3.1 Aseguramiento del Conocimiento

- Documentación de lecciones aprendidas del proyecto. Se implementó la plantilla creada para este registro. Ver Anexo C.
- Implementación de Matriz de competencias (inicialmente en el área de Ingeniería –Diseño Mecánico). Ver Anexo D.
- Implementación de Matriz de riesgos inherentes, una base de datos que permitirá apoyar el proceso de identificación de riesgos. Ver Anexo E.
- Establecimiento de una herramienta que permite documentar los riesgos del proyecto, que servirá de referencia para proyectos futuros. Ver Anexo F.

1.3.2 Cultura Organizacional

- Este proyecto contó con el apoyo y total compromiso de los miembros de la estructura de gestión de proyectos (Director de Operaciones y PM) así como los miembros del equipo del proyecto donde se aplicó la prueba piloto, esto permitió iniciar con el fomento de la cultura preventiva con todos los integrantes de la organización en las juntas llevadas a cabo para presentar los resultados del ejercicio de implementación del modelo de Gestión de Riesgos
- Se llevó a cabo una jornada de capacitación con los Directores de Proyectos, Gerente de Calidad y Gerente General sobre el área del conocimiento de la gestión de riesgos en la gestión de proyectos.
- Se hizo la presentación del modelo en sesiones de capacitaciones con los Directores de Proyectos y equipos de proyecto.
- Se realizaron talleres de aplicación del modelo de gestión de riesgos con cada PM.

1.4 Indicador de Desempeño - Efectividad en la Gestión de Riesgos

En la tabla (14) se presenta el resultado del indicador propuesto para medir la efectividad de la gestión de riesgos al finalizar el proyecto, esta herramienta de medición como se vio anteriormente permite calcular el número de riesgos que impactaron o que no se lograron evitar o mitigar sobre el total de riesgos.

En la experimentación del modelo con el proyecto piloto, cuatro eventos identificados finalmente se presentaron dado que surgieron acontecimientos no previstos que finalmente detonaron en la ocurrencia de los riesgos.

El resultado del indicador se encuentra por debajo de la meta establecida, y no obstante que se materializaron cuatro riesgos, éstos no impactaron los objetivos de tiempo, costo o calidad del proyecto.

Tabla 14 Resultado de Indicador de Efectividad Gestión de Riesgos

KPI	Medición	Meta	Resultados
Efectividad Gestión de Riesgos	**(4/22) *100**	<=20%	18,1%

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian mediante datos duros el impacto positivo de la implementación de un Modelo de Gestión de Riesgos en una organización que desarrolla proyectos, reflejados en beneficios tangibles de reducción de costos, aseguramiento de calidad y tiempo de los proyectos según lo planificado.

De acuerdo al informe de resultados en el capítulo anterior se puede observar cómo se logran las hipótesis planteadas, teniendo en cuenta que:

1. Se cumplió con el tiempo estimado para la ejecución del proyecto.
2. Se reducen los costos del proyecto
3. Se asegura la calidad del proyecto
4. Se fomenta la cultura preventiva, toda vez que, a partir de la fecha de esta experimentación, se realiza continuo seguimiento y control a los proyectos con el fin de reducir la probabilidad de fallas en la ejecución de los mismos.

Sin embargo, una de las conclusiones en el análisis del ejercicio de experimentación se relaciona con la clara necesidad de llevar a cabo la implementación del Modelo de Gestión de Riesgos desde el inicio de un proyecto (fase de análisis de requerimientos del cliente- Estimación), como se pudo observar, iniciarla en la fase de ejecución conlleva la detección tardía de eventos que afectan los objetivos del proyecto.

Por otra parte, se pudo identificar que los Riesgos de entrada para la implementación de un modelo de Gestión de Riesgos en una empresa inician por el desconocimiento del área de riesgos en los proyectos por parte de los actores principales, para lo cual se recomienda continuar con el programa de capacitación y acompañamiento a los usuarios del Modelo con el fin de optimizar su asimilación, adaptación y conocimiento de los conceptos de Gestión de Riesgos.

Considerarse la inclusión de una Cultura Organizacional relacionada al riesgo, ha permitido incentivar la cultura proactiva para responder a los eventos que puedan afectar los proyectos, como un proceso de enseñanza y aprendizaje continuo.

Fue muy importante la participación de los miembros de la organización en todos los niveles pues permitió crear ese alto grado de conciencia necesaria para que el personal se identifique con las funciones y responsabilidades definidas en el modelo de Gestión de Riesgos.

En términos generales, la inclusión de un modelo de gestión de riesgos en la estructura de gestión de proyectos se puede traducir en beneficios presentes y futuros para toda empresa, permitiendo responder proactivamente al riesgo evitando improvisaciones ante la ocurrencia o activación de eventos adversos a los intereses de la empresa y con ello lograr el incremento de los resultados positivos en los objetivos fundamentales del proyecto: tiempo, costo y calidad. Así mismo, se aborda la Gestión del Conocimiento, el cual es un factor clave pues se dispone de los datos históricos sobre la ocurrencia de los riesgos, lecciones aprendidas, riesgos mitigados, riesgos que impactaron los proyectos anteriores, generando un banco de información disponible para su utilización en el futuro.

RECOMENDACIONES

Con el ánimo de dar continuidad a la implementación y maduración del Modelo de Gestión de Riesgos, se sugiere que permanezca el alto compromiso de la dirección en el fomento de la cultura preventiva, así mismo, que el responsable de los procesos del Modelo el Director de Operaciones, continuamente busque la formación integral de todos los involucrados y se sumen herramientas para optimizar cada proceso del Modelo de Gestión de Riesgos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Urbina, Gabriel Baca.** *Evaluación de Proyectos.* México D.F. : McGraw-Hill, 2010.

2. **Project Management Institute.** *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®) Quinta edición* . Pensilvania : Project Management Institute, Inc, 2013. ISBN 978-1-62825-009-1.

3. **Bassett, Maria Jose Barrantes.** *Estudio de caso: administración del riesgo aplicada a un proyecto carretero.* Universidad iberoamericana. México : s.n., 2011. Tesis para obtener el grado de maestra en ingeniería con especialidad en administración de la construcción.

4. **Ballefín, Santiago Jaureche.** *Métodos de Gestión de Riesgos en Proyectos de Software.* Facultad de Ingenieria , Universidad de la República Oriental del Uruguay. Uruguay : s.n., 2012. Tesis de Maestria en Computación.

5. **Brenes, Eddy Misael Castillo.** *Proyecto de elaboración de la metodologia de gestión de riesgos en proyectos de desarrollo de software para la empresa consultora CV3.* Universidad para la Cooperación Internacional (UCI). San Jose, Costa Rica : s.n., 2009.

6. **Pacheco, Luis Ernesto Cañas.** *Gestión de riesgos de negocio. Desarrollo e Implementación de Sistemas de Gestión de Riesgos.* 1813-6494, San Salvador : Banco Central de Reserva de El Salvador, 2009. ISSN .

7. **López, Yelba Matilde Boláinez.** *Guía para la gestión de riesgos en la conducción de proyectos.* Programa de maestría y doctorado en ingeniería ingenieria de sistemas-planeacion, universidad nacional autónoma de méxico. México : s.n., 2013. pág. 76, TESIS para optar el grado de Maestro en Ingenieria.

8. **Gochi, Alfredo del Caño y López, M. Pilar de la Cruz.** *Gestión de Riesgos en la Dirección de Proyectos: el modelo del Project Management Institute.* Escuela Politecnia Superior, Universidad de la Coruña . 2002.

9. **Hernández, Neysis, Leyva, Maikel y Cuza, Betsy.** *Modelos causales para la Gestión de Riesgos.* La Habana : Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 2013, Revista Cubana de Ciencias Informáticas, Vol. 7, pág. 4. ISSN: 2227-1899.

10. **Industrial Automation.** About Industrial Automation. *industrialautomationllc.* [En línea] [Citado el: 25 de 04 de 2017.] http://industrialautomationllc.com/about.html.

11. **Chamoun, Yamal.** *Administración Profesional de Proyectos.* México DF : Mc Graw Hill , 2002.

12. **Guerrero, German Alonso.** *Metodología para la gestión de proyectos bajo los lineamientos del Project Management Institute en una empresa del sector eléctrico.* Bogotá, Colombia : Universidad Nacional de Colombia, 2013.

13. **ISO Copyright.** *International Standard ISO 21500 Guidance on project management.* Suiza : ISO Copyright, 2012.

14. **Hastie, Shane y Wojewoda, Stéphane.** Standish Group 2015 Chaos Report - Q&A with Jennifer Lynch. *InfoQ.* [En línea] 04 de 10 de 2015. [Citado el: 20 de 02 de 2017.] https://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015.

15. **Group, APM.** *Guía de Análisis y Gestión de Riesgos de Proyectos.* Gran Bretaña : Association for Project Management, 2004.

16. **AS9100C.** *Aerospace standard.* USA : SAE International Group, 2009.

17. **ICONTEC.** *NTC- ISO 31000 Gestión del Riesgo, Principios y Directrices.* Bogotá : Insituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificación , 2011. I.C.S.:03.100.01.

18. **ISO International organization for Standardization.** *ISO Guide 73:2009 Risk management -- Vocabulary.* 2009.

19. **Prince2wiki Riesgo.** *PRINCE2 WIKI.* [En línea] 24 de 08 de 2016. [Citado el: 06 de 03 de 2017.] http://es.prince2.wiki/Riesgo.

20. **Sampieri, Roberto Hernández, Fernández-Collado, Carlos y Lucio, Pilar Baptista.** *Metodología de la Investigación 6° edición.* México D.F. : McGraw-Hill, 2014.

ANEXOS

ANEXO A

Industrial Automation MX
Forward together.
Rochester Hills, MI Franklin, KY Montgomery, AL Querétaro, México

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(DISEÑO FMEA)

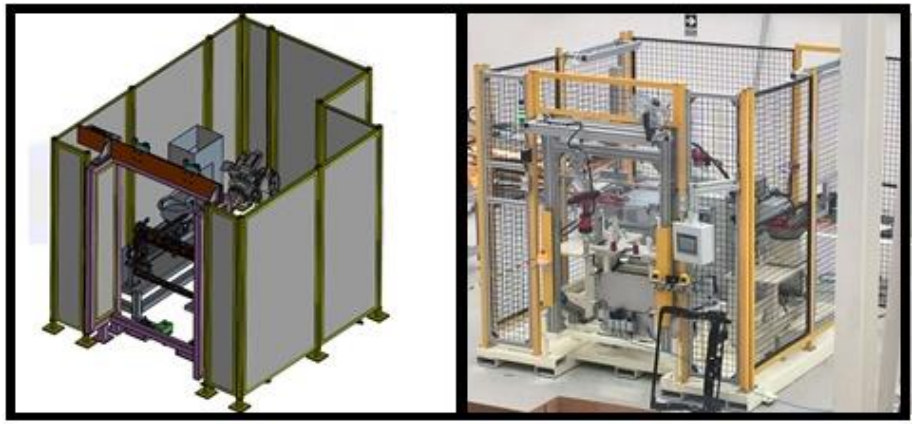
Developed by: Itxhel Garcia

Project Number: 2863

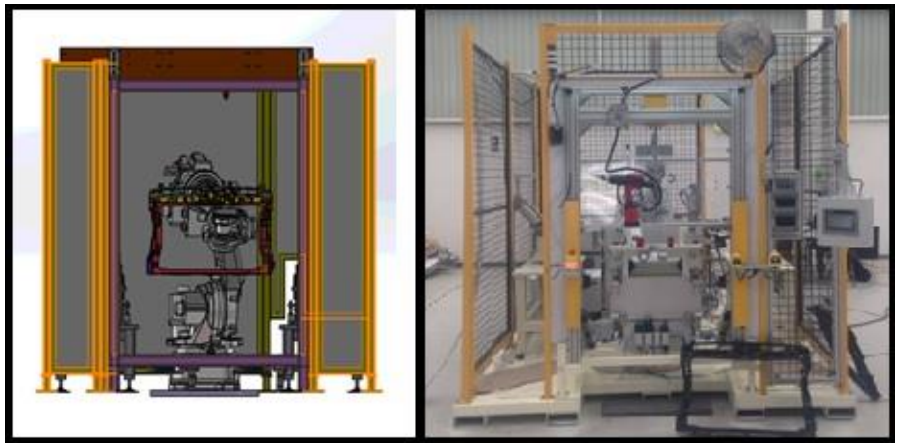
row #	Manufacturing/Assy Function	Potential Failure Mode (Future Issue)	Potential Effect(s) of Failure (Future effect- itself & interactions)	Severity	Potential Cause(s) of failure (Future Cause)	Controls Prevention	Occurrence	Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Action	Responsability & Target Completion Date	Actions Taken Completion Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN
1	Load the plates.	THE MAGNET NOT ENSURE THE PLATES	ISSUE AT THE PLATES ASSEMBLY TO THE FEC	5	A WEAK FORCE FROM THE MAGNET	PRECALCULATION ABOUT FORCE OF THE MAGNET	6	POKAYOKE	8	240	INDUCTIVE SENSOR	JOSE MERCADO	15/05/2017	3	5	2	30
2	Load the FEC.	FEC NO PROPERLY SEATED	FEC DAMAGING	5	INCORRECT POSITION OF LOCATING PINS	CLAMPS	6	SENSORS	2	60	MOVING LOCATING PINS AND DETECTION SENSORS	JOSE MERCADO	15/05/2017	5	6	2	60
3			MACHINE DAMAGING	8		LOCATING PINS	6		2	96				8	6	2	96
	Clamping FECs.	Fec falling	SOME FEC MAY BE SCRAPPED	7	ISSUE ABOUT MANUFACTURING (PIN, NEST, ETC)	*TOLERANCES ON THE DRAWINGS	6	SENSRORS	2	84							0
5	Protect Operator. (MASK)	ISSUE ON THE FNAL POSITION OF THE MASK	IMPOSIBILITY TO DO THE RIVET	5	FAIL CALIBRATION	MECHANICAL STOPPERS	5	VISUAL	6	150	MECHANICAL ADJUSTMENT	DEPARTAMENT OF ASSEMBLY	09/06/2017				0
6	Pokayoke the position and direction of the rivet. /Rivet the nuts Manually.	ISSUE ON THE DIRECTION OF THE RIVET	FAIL RIVET ON THE FEC	7	THE MANUFACTURING OF THE BUSHINGS	*TOLERANCES ON THE DRAWINGS	5	VISUAL	7	245	*CHECK OF PIECES ON THE QUALITY DEPARTAMENT *MECHANICAL ADJUSTMENT	QUALITY DEPARTAMENT	08/06/2017	5	4	5	100
7		COLISION OF THE ROBOT ON THE STRUCTURE									MODIFICATION ON	JOSE MERCADO					

A.1 Herramienta AMEF implementada en el área de ingeniería de IA

ANEXO B



B.1. Diseño Vista Isométrica de la Estación VS Estación Final



B.2 Diseño Vista Lateral de La Estación VS Estación Final

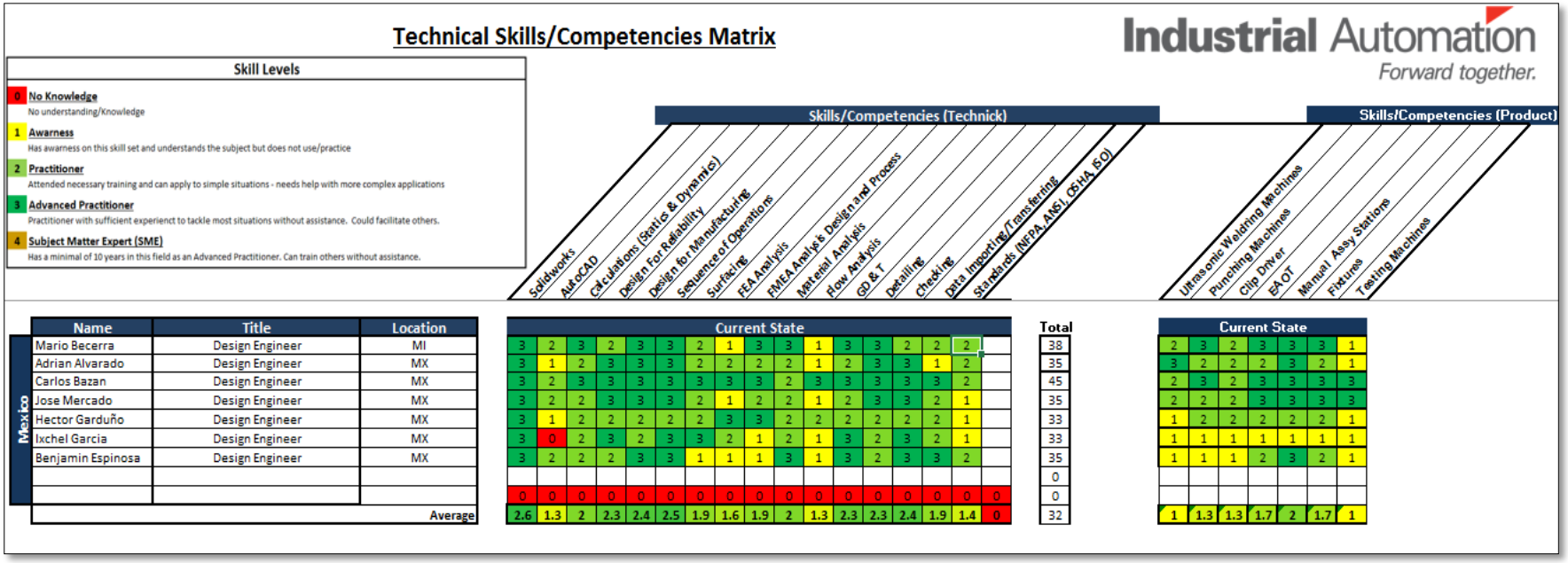
ANEXO C

Industrial Automation Forward together.	Lecciones Aprendidas	Código: Nombre del Proyecto: Líder de Proyecto:

Nro. de Referencia	Area/ Categoria	Amenaza/Oportunidad	Descripción de la Situación	Descripción del Impacto en los objetivos del proyecto	Acciones Correctivas y Preventivas Implementadas	Lección Aprendida / Recomendaciones

C.1 Plantilla de Lecciones Aprendidas

ANEXO D



Technical Skills/Competencies Matrix

Industrial Automation
Forward together.

Skill Levels

0 **No Knowledge**
No understanding/Knowledge

1 **Awarness**
Has awarness on this skill set and understands the subject but does not use/practice

2 **Practitioner**
Attended necessary training and can apply to simple situations - needs help with more complex applications

3 **Advanced Practitioner**
Practitioner with sufficient experienct to tackle most situations without assistance. Could facilitate others.

4 **Subject Matter Expert (SME)**
Has a minimal of 10 years in this field as an Advanced Practitioner. Can train others without assistance.

	Name	Title	Location	Skills/Competencies (Technick): Solidworks	AutoCAD	Calculations (Statics & Dynamics)	Design For Reliability	Design for Manufacturing	Sequence of Operations	Surfacing	FEA Analysis	FMEA Analysis	Material Analysis	Flow Analysis	GD & T	Detailing	Checking	Data Importing/Transferring	Standards (NFPA, ANSI, OSHA, ISO)	Total	Skills/Competencies (Product): Ultrasonic Welding Machines	Punching Machines	Clip Driver	EAOT	Manual Assy Stations	Fixtures	Testing Machines
				Current State																	Current State						
Mexico	Mario Becerra	Design Engineer	MI	3	2	3	2	3	3	2	1	3	3	1	3	3	2	2	2	38	2	3	2	3	3	3	1
	Adrian Alvarado	Design Engineer	MX	3	1	2	3	3	3	2	2	2	2	1	2	3	3	1	2	35	3	2	2	2	3	2	1
	Carlos Bazan	Design Engineer	MX	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	45	2	3	2	3	3	3	3
	Jose Mercado	Design Engineer	MX	3	2	2	3	3	3	2	1	2	2	1	2	3	3	2	1	35	2	2	2	3	3	3	3
	Hector Garduño	Design Engineer	MX	3	1	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	1	33	1	2	2	2	2	2	1
	Ixchel Garcia	Design Engineer	MX	3	0	2	3	2	3	3	2	1	2	1	3	2	3	2	1	33	1	1	1	1	1	1	1
	Benjamin Espinosa	Design Engineer	MX	3	2	2	2	3	3	1	1	1	3	1	3	2	3	3	2	35	1	1	1	2	3	2	1
																				0							
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
			Average	2.6	1.3	2	2.3	2.4	2.5	1.9	1.6	1.9	2	1.3	2.3	2.3	2.4	1.9	1.4	0	1	1.3	1.3	1.7	2	1.7	1

D.1 Matriz de Competencias personal Diseño Mecánico IA

ANEXO E

Industrial Automation
Forward together.

MATRIZ DE RIESGOS INHERENTES EN PROYECTOS IA

CATEGORIA	RIESGOS
TECNICOS	Traducción de las especificaciones del cliente de forma de diferente por parte de cada integrante del grupo de trabajo mismo proceso.
	Falta de cumplimiento de tiempo ciclo.
	Existe personal que no cuente con experiencia en el tema del proyecto (desarrollo o aplicación de nuevas tecnologias)
	No quedan totalmente claros los requerimientos del cliente
	Dificultad en la aplicación de tecnolgía no usada anteriormente por IA
EXTERNOS	Cliente: Modelos CAD, planos, etc. Que no son ultima versión y el cliente no informa oportunamente los cambios
	Cliente: Falta disponibilidad de muestras para validar la funcionalidad de las maquinas fabricadas
	Cliente: No se cuenta con información de entrada del proyecto (estaciones existentes)
	Mercado: Cambios significativos en las divisas
	Proveedores: Retrasos en envíos o entregas
GESTION DEL PROYECTO	Estimación de materias primas o productos criticos por debajo del precio real al momento de la compra
	Cambios en estructura organizacional y por ende control de proyectos
ORGANIZATIVOS	Retiro de personal que conforma el equipo del proyecto

E.1 Plantilla Matriz de Riesgo Inherentes

ANEXO F

Industrial Automation
Forward together.

GESTION DE RIESGOS DEL PROYECTO

CLIENTE		PM	
PROYECTO		FECHA	

ID	Fecha Detección	Riesgo	Causas (Factores internos/externos)	Consecuencias	Objetivo Afectado	Probabilidad (1-5)	Impacto (1-5)	Resultado (P*I)	Estrategia	Acciones	Responsable	Fecha Compromiso de la Acción	Seguimiento	%avance	Estado del Riesgo

F.1 Plantilla de Gestión de Riesgos