



# UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

## **FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Propuesta de aplicación de Lean Service para mejorar la gestión de proyectos  
en una empresa de servicios mineros

### **TESIS**

Para optar el título profesional de Ingeniero(a) Industrial

### **AUTOR(ES)**

Janampa Huaccharaque, Jessenia Briggitt  
ORCID: 0000-0001-5875-8533

Morales Reyes, Marco Antonio  
ORCID: 0000-0003-3195-562X

### **ASESOR**

Mateo López, Hugo Julio  
ORCID: 0000-0002-5917-1467

**Lima, Perú**

**2022**

## **Metadatos Complementarios**

### **Datos del autor(es)**

Janampa Huaccharaque, Jessenia Briggit

DNI: 73762782

Morales Reyes, Marco Antonio

DNI: 40598751

### **Datos de asesor**

Mateo López, Hugo Julio

DNI: 07675553

### **Datos del jurado**

JURADO 1

Ballero Nuñez, Gino Sammy

DNI: 10426485

ORCID: 0000-0002-7991-3747

JURADO 2

Cervera Cervera, Ever

DNI: 09542911

ORCID: 0000-0001-7192-644X

JURADO 3

Tinoco Plasencia, Christian Jairo

DNI: 10558115

ORCID: 0000-0002-1685-1657

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 2.11.04

Código del Programa: 722026

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres y hermano, quienes me brindaron todo su apoyo, su confianza y esfuerzo en cada etapa de mi vida y durante mis años en la universidad y me impulsaron a seguir adelante en el proceso y desarrollo de esta tesis.

Jessenia Janampa

Esta tesis está dedicada a mis padres: Gregorio Morales y Santa Reyes, por su incondicional apoyo en mi desarrollo profesional, y cuyos ejemplos de vida, motivan mis esfuerzos en cumplir mis objetivos.

Marco Morales

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro agradecimiento a Dios por permitirnos lograr una meta más en nuestra vida, a nuestros familiares y amigos por su apoyo incondicional, a la universidad y a nuestro asesor y metodólogo Mg. Hugo Mateo por brindarnos su guía y conocimientos para el desarrollo de la tesis.

Jessenia Janampa y Marco Morales

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	iii
<b>CAPÍTULO I:PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos .....	1
1.2 Problema General y Específico.....	8
1.2.1 Problema General .....	8
1.2.2 Problemas Específicos.....	8
1.3 Objetivo general y específico .....	8
1.3.1 Objetivo General .....	8
1.3.2 Objetivos Específicos .....	8
1.4 Delimitación de la investigación.....	8
1.4.1 Espacial.....	8
1.4.2 Temporal.....	8
1.4.3 Conceptual .....	8
1.4.4 Teórica.....	9
1.5 Limitación de la investigación.....	9
1.6 Importancia y justificación del estudio .....	9
1.6.1 Importancia de la investigación.....	9
1.6.2 Justificación de la investigación.....	10
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
2.1 Antecedentes del estudio de investigación .....	12
2.1.1 Tesis Nacionales .....	12
2.1.2 Tesis Internacionales .....	18

2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio .....	21
2.2.1 Sector Servicios .....	21
2.2. Proyectos .....	22
2.2.3 Gestión de Proyectos .....	25
2.2.4 Lean Service .....	26
2.2.5 Herramientas Lean.....	29
2.3 Definición de términos básicos .....	38
<b>CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>40</b>
3.1 Hipótesis .....	40
3.1.1 Hipótesis principal.....	40
3.1.2 Hipótesis secundaria .....	40
3.2 Variables .....	40
3.2.1 Variables independientes.....	40
3.2.2 Variables dependientes .....	40
3.2.3 Indicadores .....	40
3.2.4 Operacionalización de las variables .....	40
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>42</b>
4.1 Tipo y nivel.....	42
4.1.1 Tipo de investigación .....	42
4.1.2 Nivel de investigación .....	42
4.2 Enfoque de la investigación .....	42
4.3 Diseño de la investigación .....	43
4.4 Método de la investigación .....	43
4.5 Población y muestra.....	43
4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	45
4.6.1 Tipos de técnicas e instrumentos.....	45
4.6.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.....	46

4.6.3 Procedimientos para la recolección de datos.....	47
4.7 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	47
<b>CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>49</b>
5.1 Presentación de resultados.....	49
5.1.1 Descripción de la empresa.....	49
5.1.2 Estructura de la empresa.....	50
5.1.3 Mapa de procesos.....	51
5.1.4 Descripción del desarrollo actual de los proyectos en la empresa.....	51
5.1.5 Diagnóstico situacional del proceso de gestión de proyectos de la empresa.....	56
5.2 Análisis de resultados.....	104
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>122</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>123</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>124</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>127</b>
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	127
Anexo 2: Matriz de operacionalización.....	128
Anexo 3: Programa de capacitación.....	129
Anexo 4: Programa de reuniones ordinarias.....	130
Anexo 5: Actas de reunion.....	131
Anexo 6: Actas de conformidad.....	133
Anexo 7: Listas de verificación.....	135
Anexo 8: Procedimiento de diseño de solución.....	138
Anexo 9: Procedimiento de difusión de hoja de ruta.....	138
Anexo 10: Prosedimiento de elaboracion de flash report.....	138
Anexo 11: Instrumentos de reconección de datos.....	139
Anexo 12: Permiso de la empresa.....	147

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Proyectos ejecutados dentro del periodo agosto 2021 a enero del 2022. ....	3
Tabla 2: Entregables por proyecto ( periodo agosto 2021- enero 2022) .....	4
Tabla 3: Tipos de desperdicio de fabricación y de servicio.....	27
Tabla 4: Modelo de tablero kanban .....	30
Tabla 5: Valoración de la severidad, ocurrencia y detección en el AMEF. ....	33
Tabla 6: Calificación del riesgo en base al NPR resultante .....	33
Tabla 7: Matriz de operacionalización de las variables .....	41
Tabla 8: Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	45
Tabla 9: Proceso general de desarrollo de proyectos.....	55
Tabla 10: Índice de desempeño del cronograma de los proyectos (agosto 2021 a enero 2022) .....	57
Tabla 11: Frecuencia de atrasos según procesos para los proyectos del periodo en estudio.....	57
Tabla 12: DAP del procesamiento de información en campo .....	59
Tabla 13: DAP de la generación de propuestas de solución.....	60
Tabla 14: DAP de la elaboración de informes y planos .....	61
Tabla 15: Cinco por qué para identificar la causa raíz del bajo índice de desempeño del cronograma. ....	62
Tabla 16: Funciones de los integrantes del proyecto en la reunión. ....	69
Tabla 17: DAP del procesamiento de información obtenida de campo .....	70
Tabla 18: DAP de la generación de propuestas de solución.....	71
Tabla 19: DAP de elaboración de informes y planos .....	72
Tabla 20: Proceso del desarrollo de proyectos aplicando la mejora.....	73
Tabla 21: Réplicas para el tiempo total del proceso actual.....	76
Tabla 22: Réplicas para el tiempo total del proceso mejorado .....	76
Tabla 23: Tiempo promedio del proceso de desarrollo de proyectos .....	77
Tabla 24: índice de desempeño del cronograma luego de la aplicación de la mejora (Post Test).....	77

Tabla 25: Descripción de la nomenclatura de las revisiones de entregables .....	78
Tabla 26: Muestra PRE TEST del % de entregables no conformes para el periodo de agosto 2021 a enero del 2022. ....	79
Tabla 27: Observaciones de los entregables por cada proyecto. ....	80
Tabla 28: Criterios de severidad, ocurrencia y detección. ....	84
Tabla 29. Nivel de riesgo de tabla AMEF .....	84
Tabla 30: Análisis de Modo, efecto de falla (AMEF) .....	85
Tabla 31: Muestra POST TEST del % de entregables no conformes por proyecto en el periodo abril – setiembre 2022 .....	91
Tabla 32: Puntuación y calificación de la encuesta .....	94
Tabla 33: Resultados de la encuesta .....	94
Tabla 34: Muestra PRE TEST del Seguimiento y control.....	95
Tabla 35: Indicadores de Gestión de desempeño.....	96
Figura 36: Cuadro de mando integral .....	101
Tabla 37: Resultados de la encuesta de valoración de parámetros de control propuestos .....	103
Tabla 38: Muestra POST TEST del Seguimiento y control .....	104
Tabla 39: Muestra Pre Test y Post Test del índice de cronograma de proyectos .....	105
Tabla 40: Estadísticos descriptivos de las muestras Pre Test y Post Test .....	106
Tabla 41: Pruebas de normalidad para las muestras Pre Test y Post Test .....	107
Tabla 42: Muestras pre y post test % de entregables no conformes. ....	110
Tabla 43: Estadísticos descriptivos de las muestras Pre Test y Post Test. ....	110
Tabla 44: Prueba de Normalidad de las muestras Pre Test y Post Test.....	111
Tabla 45: Resultados de la prueba de hipótesis de muestras relacionadas Pre y Post Test .....	113
Tabla 46: Muestra pre test y post test del % de aceptación .....	114
Tabla 47: Estadísticos descriptivos de las muestras Pre Test y Post Test .....	115
Tabla 48: Prueba de normalidad .....	116

Tabla 49: Resultados de la prueba de hipótesis de muestras relacionadas pre y post test .....	117
Tabla 50: Resumen de resultados .....	118
Tabla 51: Costo de la aplicación de Lean Service .....	119
Tabla 52: Costo total por actividad.....	120
Tabla 53: Resumen de costo total por proceso .....	121

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Porcentaje de las exportaciones mineras del total de exportaciones del Perú... 1	1
Figura 2: Distribución de empresas mineras por regiones.....	2
Figura 3: Tiempo programado vs. ejecutado de los proyectos del periodo agosto 2021 - enero 2022.....	4
Figura 4: Porcentaje de conformidad de entregables de los proyectos (Agosto 2021 – enero 2022) .....	5
Figura 5: Diagrama Ishikawa de los problemas en la gestión de proyectos. ....	5
Figura 6: Hoja Excel de estatus de avance de los proyectos. ....	6
Figura 7: Hoja Excel de registro de avance de entregables. ....	6
Figura 8: Cronograma de uno de los proyectos del periodo agosto 2021 a enero 2022... 7	7
Figura 9: Curva de avance de de uno de los proyectos del periodo agosto 2021 a enero 2022. ....	7
Figura 10: Contexto de iniciación del Proyecto.....	23
Figura 11: Ciclo de vida del proyecto.....	24
Figura 12: Interrelación entre los Componentes Clave de los Proyectos del PMBOK. .	25
Figura 13: Etapas y metodologías en la implementación del Lean Service .....	28
Figura 14: Modelo de un diagrama de analisis de proceso.....	36
Figura 15: Modelo de una representación del diagrama de Ishikawa.....	37
Figura 16: Modelo escalonado de los cinco porqués.....	38
Figura 17: Diagrama de entrada – proceso – salida de la empresa.....	50

Figura 18: Organigrama de la empresa.....	50
Figura 19: Mapa de procesos de la empresa .....	51
Figura 20: Diagrama de flujo de desarrollo del proyecto de la empresa. ....	54
Figura 21: Ruta crítica del desarrollo de proyectos. ....	56
Figura 22: Diagrama de Pareto de las actividades con retraso. ....	58
Figura 23:Pestaña de inicio al crear un nuevo proyecto. ....	64
Figura 24: Flujo de trabajo del tablero Kanban. ....	65
Figura 25: Tablero Kanban diseñado en el programa Planner de Office 365.....	66
Figura 26: Contenido de cada tarjeta Kanban.....	67
Figura 27: Escala de prioridades de la tarea definida en las tarjetas del tablero Kanban	68
Figura 28:Simulación del proceso de desarrollo de proyectos .....	75
Figura 29: Flujograma del proceso de aprobación de entregables.....	78
Figura 30: Hoja de Transmisión con informes no aprobados por el cliente .....	79
Figura 31: Etapas para la aplicación de la herramienta AMEF .....	84
Figura 32: Base de datos en archivos Excel para generar los reportes. ....	97
Figura 33: Modelamiento de datos en Power Bi.....	98

## **RESUMEN**

El siguiente estudio se trazó como objetivo principal la aplicación de Lean Service para mejorar la gestión de proyectos de una empresa de servicios mineros. Los problemas identificados fueron: bajo índice de desempeño del cronograma (SPI), alto porcentaje de entregables rechazados por el cliente y dificultad en el control de los proyectos.

De la metodología Lean Service se utilizaron las herramientas: Kanban, AMEF y Andon Control Visual. Para aplicar estas herramientas, se recurrió a investigaciones previas y fuentes de conocimiento. Estos conceptos fueron aplicados junto a herramientas de ingeniería para complementar el análisis de los problemas. Respecto a la aplicación del Kanban se aplicaron conocimientos de la herramienta, desglose de actividades, Pareto, y herramientas de Microsoft Office 365 para mejorar el SPI. Para la aplicación de AMEF, se desglosó las principales actividades para determinar las potenciales fallas que generan no conformidades, las causas que los originan y las acciones a tomar para evitar la ocurrencia de éstas. Finalmente, respecto a la aplicación del Andon Control Visual se analizó el proceso de seguimiento y control con distintos parámetros de calidad y se planteó un mecanismo más óptimo de seguimiento y control.

Los resultados fueron los siguientes: mediante el Kanban se incrementó el SPI en un 14.29%, se redujo la no conformidad de entregables en un 67.65% y se mejoró la aceptación de las herramientas para el seguimiento y control en un 66.18%.

Finalmente, se concluyó que aplicando Lean Service, se mejoró la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros.

Palabras claves: Lean Service, Gestión de Proyectos, Kanban, AMEF, Andon Control Visual

## **ABSTRACT**

The following study was outlined as the main objective the application of Lean Service to improve the project management of a mining services company. The problems identified were: low schedule performance index (SPI), high percentage of deliverables rejected by the client and difficulty in controlling the projects.

From the Lean Service methodology, the following tools were used: Kanban, AMEF and Andon Visual Control. To apply these tools, previous research and sources of knowledge were used. These concepts were applied together with engineering tools to complement the analysis of the problems. Regarding the application of Kanban, knowledge of the tool, breakdown of activities, Pareto, and Microsoft Office 365 tools were applied to improve the SPI. For the application of AMEF, the main activities were broken down to determine the potential failures that generate non-conformities, the causes that originate them and the actions to be taken to avoid the occurrence of these. Finally, regarding the application of the Andon Visual Control, the monitoring and control process was analyzed with different quality parameters and a more optimal monitoring and control mechanism was proposed.

The results were as follows: through Kanban, the SPI was increased by 14.29%, the non-conformity of deliverables was reduced by 67.65% and the acceptance of the tools for monitoring and control was improved by 66.18%.

Finally, it was concluded that applying Lean Service, project management in a mining services company was improved.

**Keywords:** Lean Service, Project Management, Kanban, FMEA, Andon Visual Control

## INTRODUCCIÓN

Nuestro país, presenta actualmente una creciente aparición de microempresas, de los cuales, un alto porcentaje, está orientado hacia el sector servicios. Por ello es relevante investigar la forma en la que estas empresas puedan crecer, mejorando su rentabilidad y siendo más competitivas en el mercado, por medio de metodologías, herramientas y sistemas de gestión, que sean modernas y actuales, además de innovadoras, y que sean factibles de implementarse, con la finalidad de obtener buenos resultados económicos.

Para poder evidenciar la aplicación de las herramientas de la filosofía Lean, en estas empresas, se hizo un estudio al proceso de gestión de proyectos de una empresa de servicios mineros, en el cual se identificó que la empresa presentaba dificultades en el cumplimiento de los plazos establecidos en el cronograma de actividades de cada proyecto, un alto porcentaje de rechazo de los entregables por no conformidades identificados por el cliente y deficiencias de las herramientas que utilizaban las partes interesadas para el control y seguimiento de los proyectos. Este trabajo de investigación fue segmentado en capítulos cuya información se expone a continuación:

En el capítulo I se inicia el desarrollo del estudio desde la descripción y formulación del problema, planteamiento de los objetivos, considerando como objetivo general el proponer la aplicación de Lean Service para mejorar la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros, se describe la importancia y justificación del estudio y su delimitación.

En el capítulo II se expone toda la información recabada, que sirvió como base teórica para abordar el tema de investigación, considerándose, además, aquellas investigaciones relacionadas al estudio como antecedentes relevantes y utilizados como guía en el desarrollo de esta investigación.

En el capítulo III se presenta el planteamiento de las hipótesis, considerando como hipótesis general “Mediante la aplicación de Lean Service, se mejorará la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros.” y se presenta la definición de las variables e indicadores del estudio.

En el capítulo IV se determina el aspecto metodológico de la investigación y sus características, señalando el tipo, nivel, enfoque, diseño y método considerado para el

desarrollo del estudio. Se determina la población y muestra del trabajo de investigación y por último se presenta los lineamientos para la recolección de datos.

Luego, en el capítulo V se desarrolla el diagnóstico situacional del proceso de gestión de proyectos de la empresa en estudio y la aplicación de las herramientas Lean Service, como el Kanban, AMEF y Andon Control Visual, detallando los pasos utilizados para cambiar la situación original a una nueva situación en donde se examinan y contrastan los datos obtenidos para determinar su variación y por lo tanto evaluar el impacto de la herramienta utilizada.

Por último, se describe las conclusiones, señalando los resultados obtenidos por la aplicación de cada herramienta utilizada en el proceso analizado, como el incremento del índice de desempeño de cronograma de proyectos (SPI), la reducción del porcentaje de entregables no conformes por el cliente y el mejoramiento del porcentaje de aceptación de las herramientas usadas en el seguimiento y control de proyectos manejado por las partes interesadas. Además, se presentan las recomendaciones a considerar en el desarrollo de las herramientas Lean empleadas en este estudio, así como también se promueve el uso de nuevas herramientas de la filosofía Lean en el ámbito de los servicios para nuevas investigaciones.

# CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

El Perú es reconocido mundialmente por su tradición minera, muestra de ello, en la última década, el sector minero ha contribuido en el 10% del PBI nacional y en las exportaciones nacionales ha impactado en el 60% (Ver figura 1), teniendo una alta representación en la producción minera a nivel mundial y contando con amplias reservas, lo cual garantiza alta probabilidad de éxito para exploraciones en los próximos años (Ministerio de Energía y Minas, 2020).

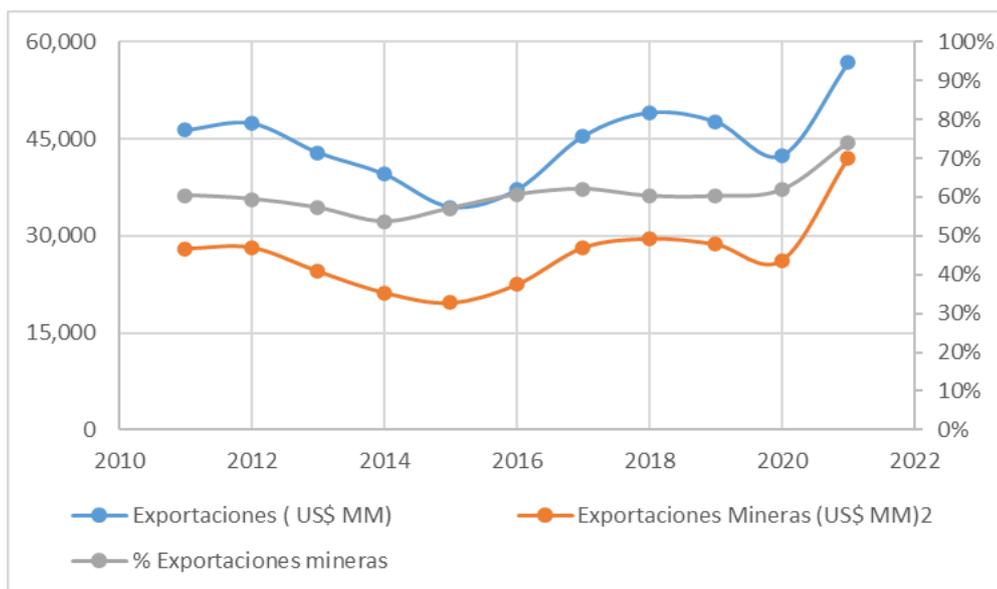


Figura 1: Porcentaje de las exportaciones mineras del total de exportaciones del Perú

Fuente: Anuario minero 2020 – Ministerio de Energía y Minas

Elaboración propia.

En el 2020, sin embargo, la economía del Perú se vio perjudicada debido al brote de la pandemia, ocasionando que la minería paralizara sus actividades hasta mediados de año y provocando que los indicadores económicos disminuyan considerablemente. Luego de ello, retomó de manera paulatina su reactivación, fomentando el desarrollo de las operaciones, la exploración minera y el desarrollo y ejecución de proyectos.

Al 2021, las exportaciones mineras superan el 70%, demostrando, que este sector sigue siendo una fuente representativa en nuestra economía.

Las empresas mineras siguen una secuencia de procesos para efectuar su producción en busca de aumentar su productividad y rendimiento, para lo cual, optan por delegar ciertas actividades de los procesos a las contratistas, estas son “empresas

especializadas que prestan servicios de exploración, desarrollo, explotación y beneficio minero” (Ministerio de Energía y Minas, 2020, p. 29).

Los proyectos mineros que se encuentran en una etapa incipiente de evaluación no disponen de suficientes capacidades internas para conducir los estudios de minería, siendo la externalización la opción preferida para desarrollar estudios conceptuales, pre factibilidad, factibilidad e ingeniería de detalle. (Donoso, 2021, p. 13)

Este hecho genera que las medianas y pequeñas empresas entren en competencia por ganar los contratos o licitaciones de las mineras, siendo un factor importante que las contratistas gestionen eficaz y eficientemente los proyectos cumpliendo con los estándares en tiempo, costo y calidad de servicio, puesto que, el desarrollo de estos proyectos está directamente relacionados con su producción.

En la figura 2 se presenta el número de contratistas mineras que están activas en el Perú, en el año 2020:

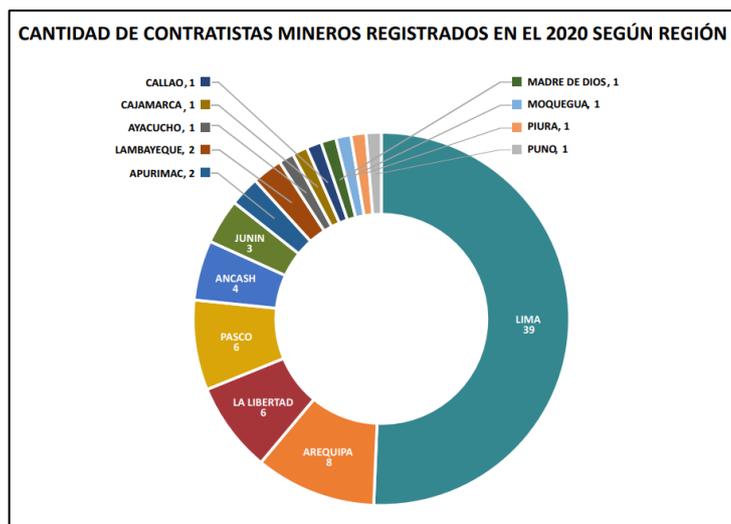


Figura 2: Distribución de empresas mineras por regiones  
Fuente: Anuario minero 2020 – Ministerio de Energía y Minas  
Elaboración propia.

Parte de estas empresas se han enfocado en la consultoría para el sector minero, siendo este el caso de la empresa en estudio. Esta empresa brinda servicios de ingeniería a las empresas mineras a nivel de Sudamérica, para la mantención de la integridad estructural a los activos fijos mineros, tales como molinos, fajas transportadoras, zarandas, chutes, entre otros. La empresa ofrece servicios desde el análisis de factibilidad, pasando por el desarrollo de la ingeniería conceptual, básica y concluyendo hasta con la ingeniería de detalle, empleando softwares de diseño y

simulación, lo cual permite detectar y resolver los problemas directos en la producción de la mediana y gran minería.

En los 5 últimos años, la empresa ha crecido notoriamente en la captación de nuevos clientes, por su diferenciación en su conocimiento al nivel ingenieril, lo cual ha generado el aumento de proyectos a desarrollar. Sin embargo, este hecho ha ocasionado un gran desorden e impacto en la gestión de los proyectos.

En el periodo de agosto del 2021 a enero del 2022 se desarrollaron 9 proyectos, los cuales no pudieron ser entregados en el tiempo acordado según la orden de servicio, generando insatisfacción por parte del cliente, puesto que algunos proyectos son críticos y requieren de un análisis inmediato. Como se observa en la Tabla 1 y Figura 3 la mayoría de proyectos se extendieron y concluyeron fuera de lo programado.

Tabla 1: Proyectos ejecutados dentro del periodo agosto 2021 a enero del 2022.

CÓDIGO PROYECTO	FECHA INICIO	FECHA FIN PROGRAMADA	FECHA FIN REAL	DÍAS PROGRAMADOS	DÍAS EJECUTADOS
MAK-YTO-PRE-001	1/08/2021	13/09/2021	12/10/2021	43	72
MAK-YTO-PRE-002	23/07/2021	9/10/2021	11/11/2021	42	54
MAK-YTO-PRE-003	4/09/2021	19/10/2021	15/11/2021	45	64
MAK-YTO-PRE-004	25/11/2021	25/12/2021	17/12/2021	30	19
MAK-YTO-PRE-005	19/10/2021	28/11/2021	19/12/2021	40	54
MAK-YTO-PRE-006	25/11/2021	9/01/2022	31/12/2021	45	32
MAK-YTO-PRE-007	28/10/2021	27/11/2021	19/12/2021	30	46
MAK-YTO-PRE-008	6/09/2021	11/10/2021	16/11/2021	35	63
MAK-YTO-PRE-009	15/11/2021	15/12/2021	20/01/2022	30	66

Fuente: Elaboración propia en base a información del área de Gestión de Proyectos.



Figura 3: Tiempo programado vs. ejecutado de los proyectos del periodo agosto 2021 - enero 2022.  
Fuente: Elaboración propia.

Los retrasos en los tiempos de entrega son medidos por la empresa con el indicador del índice de desempeño del cronograma, que compara los trabajos ejecutados versus los programados para cada día, siendo 1 el valor óptimo que se desea alcanzar, ya que esto significa que el trabajo se encuentra avanzado en el tiempo previsto sin tener atraso, sin embargo, sus valores en el periodo mencionado resultaron por debajo de éste.

Además del tiempo, otro indicador que resaltó dentro de este periodo, fue la alta cantidad de entregables que no fueron de conformidad por parte del cliente (ver Tabla 2).

Tabla 2: Entregables por proyecto ( periodo agosto 2021- enero 2022)

CÓDIGO PROYECTO	Nº DE ENTREGABLES	Nº DE ENTREGABLES NO CONFORMES
MAK-YTO-PRE-001	10	7
MAK-YTO-PRE-002	15	8
MAK-YTO-PRE-003	15	12
MAK-YTO-PRE-004	14	9
MAK-YTO-PRE-005	14	9
MAK-YTO-PRE-006	13	0
MAK-YTO-PRE-007	14	5
MAK-YTO-PRE-008	12	8
MAK-YTO-PRE-009	12	6

Fuente: Elaboración propia, recopilado del área de gestión de proyectos de la empresa.

De la tabla anterior, se agruparon los entregables totales y no conformes, obteniéndose que el 54% de los entregables fueron rechazados, lo cual fue una situación alarmante para la empresa puesto que representó un valor muy alto.



Figura 4: Porcentaje de conformidad de entregables de los proyectos (Agosto 2021 – enero 2022)  
 Fuente: Elaboración propia.

Debido a ello, se realizó un diagrama de Ishikawa para poder detectar las causas para esta problemática en la gestión de proyectos.

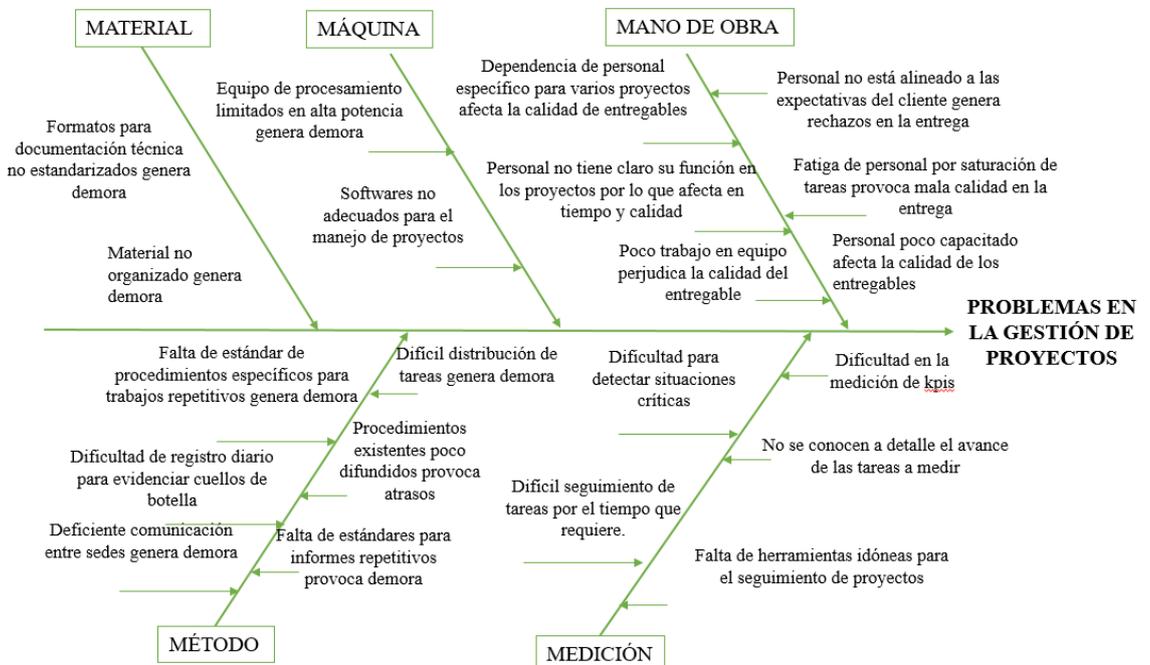


Figura 5: Diagrama Ishikawa de los problemas en la gestión de proyectos.  
 Fuente: Elaboración propia



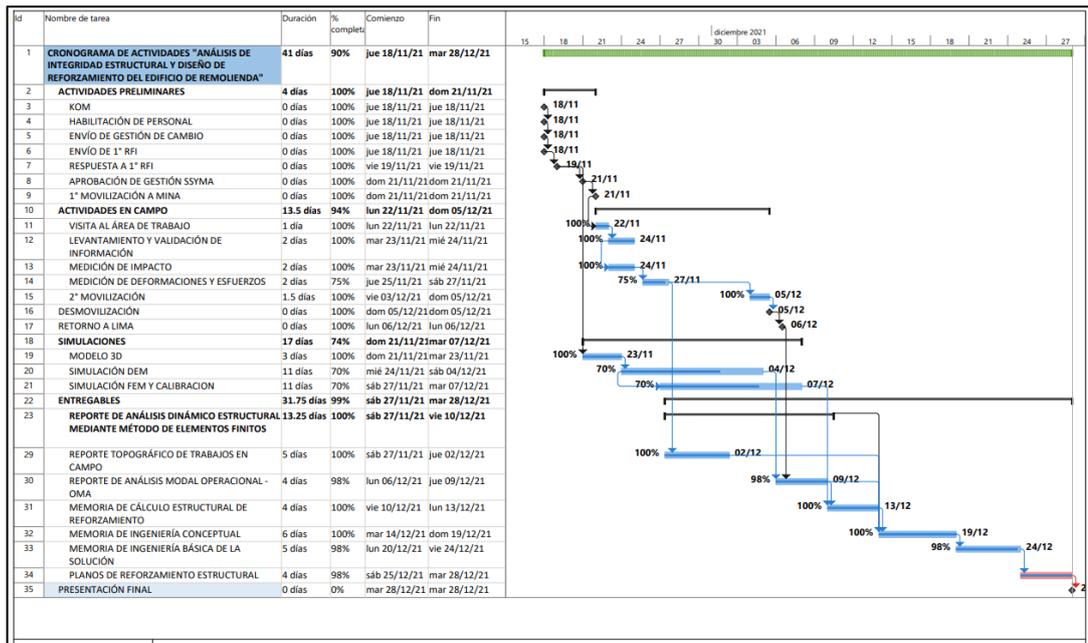


Figura 8: Cronograma de uno de los proyectos del periodo agosto 2021 a enero 2022.  
Fuente: Área de Gestión de Proyectos

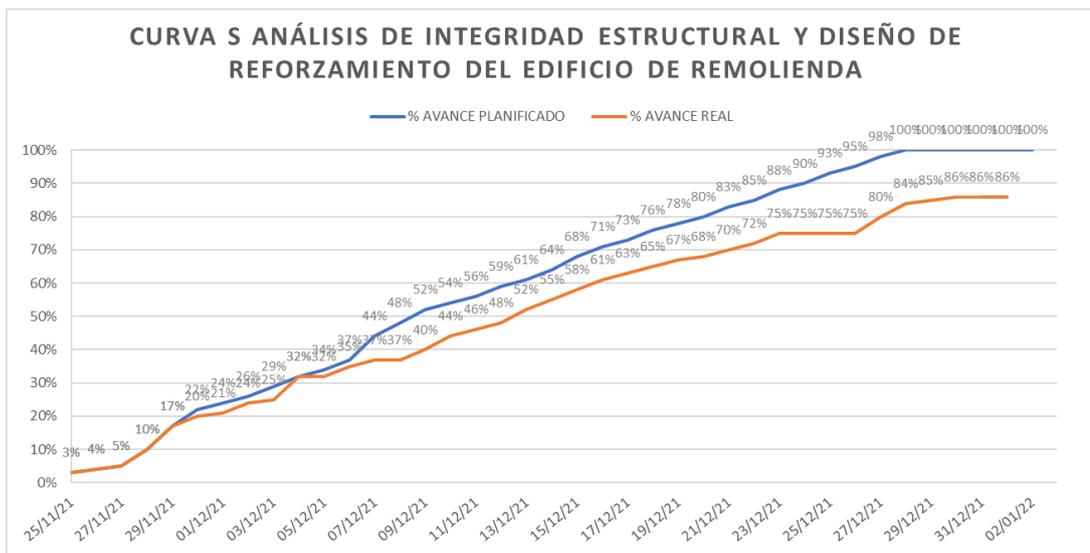


Figura 9: Curva de avance de de uno de los proyectos del periodo agosto 2021 a enero 2022.  
Fuente: Área de Gestión de Proyectos

Como se pudo observar, el tiempo y calidad son indicadores clave para la empresa en su relación con el cliente, el cual debe ir de la mano con el seguimiento y control para un buen manejo de la gestión de proyectos.

Por todo lo expuesto, se propuso aplicar las herramientas de Lean Service para cada uno de estos aspectos.

## 1.2 Problema General y Específico

### 1.2.1 Problema General

¿En qué medida la aplicación de Lean Service mejora la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros?

### 1.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿En qué medida el Kanban mejora el índice de desempeño del cronograma de proyectos en una empresa de servicios mineros?
- b) ¿En qué medida el AMEF reduce la cantidad de entregables no conformes de proyectos en una empresa de servicios mineros?
- c) ¿En qué medida el Andon Control Visual mejora el seguimiento y control de proyectos en una empresa de servicios mineros?

## 1.3 Objetivo general y específico

### 1.3.1 Objetivo General

Determinar en qué medida la aplicación de Lean Service mejora la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar en qué medida el Kanban mejora el índice de desempeño del cronograma de proyectos en una empresa de servicios mineros.
- b) Determinar en qué medida el AMEF reduce la cantidad de entregables no conformes de proyectos en una empresa de servicios mineros.
- c) Determinar en qué medida el Andon Control Visual mejora el seguimiento y control de proyectos en una empresa de servicios mineros.

## 1.4 Delimitación de la investigación

### 1.4.1 Espacial

Nuestro estudio de investigación se delimita a una empresa de consultoría de servicios mineros, ubicada en el distrito de San Luis en Lima Metropolitana, la cual atiende a las principales mineras de todo el Perú y Latinoamérica.

### 1.4.2 Temporal

La información para el presente estudio, fue recolectada del área de Ingeniería y Gestión de Proyectos; para el periodo pre desde agosto del 2021 a enero del 2022 y para el periodo post desde abril del 2022 hasta setiembre del 2022.

### 1.4.3 Conceptual

La investigación se enfoca en el proceso de gestión de proyectos. Los proyectos son principalmente de ingeniería de mantenimiento correctivo.

#### 1.4.4 Teórica

El estudio está centralizado en la utilización de herramientas Lean Service para la mejora del proceso de gestión de proyectos.

#### 1.5 Limitación de la investigación

Se encontró escaso material documental sobre implementación de la metodología Lean Service en empresas nacionales y en general.

Se encontró una dificultad en estimar las mejoras en los indicadores de desempeño aplicando las recomendaciones de mejora, ya que la simulación de proyectos requiere una empresa con actividades con una estandarización obtenía luego de al menos dos años de medición.

La empresa está creciendo, las actividades de años pasados difieren considerablemente con las actividades actuales, por lo que no se pueden considerar en este estudio

No hay una recopilación de datos necesarios para el análisis de proyectos de más de un año atrás.

#### 1.6 Importancia y justificación del estudio

##### 1.6.1 Importancia de la investigación

La importancia del estudio es generar una mejora en el proceso de gestión de proyectos en la organización, clave en la generación de valor, en el que actualmente se presenta una serie de problemas siendo estos principalmente: el incumplimiento de los plazos establecidos en el cronograma para cada proyecto, baja calidad de entregables, altos costos de mano de obra del personal técnico, y dificultad en el monitoreo de los proyectos. La aplicación de las herramientas Lean Service ayudará a reducir estos problemas, encaminando a un correcto desarrollo de la empresa.

En la actualidad, la oferta de consultoría de ingeniería en servicios mineros en el Perú es muy escasa, la cual es cubierta principalmente por medianas y pequeñas empresas. La mayoría de estas empresas se encuentran recién emergiendo y su organización es establecida sin seguir un estándar en sus procesos. Cabe indicar, que éstas empresas llegan a ser importantes para que las empresas mineras puedan lograr sus objetivos de producción, de operación y al menor costo. El crecimiento de estas empresas genera conocimiento al Perú, que puede ser aprovechado por universidades y otros profesionales para su desarrollo.

En esta investigación se aplican herramientas de la filosofía Lean a una empresa de servicios, demostrando que esta metodología no solo es aplicable al sector manufacturero, sino también puede ser utilizado en diferentes sectores económicos, con la finalidad de reducir costos, mejorar procesos y generar valor agregado.

Este estudio, además, representa un gran aporte al mercado si tomamos en cuenta la necesidad de las empresas hacia una cultura de optimización de recursos y búsqueda de la mejora continua en sus procesos para ser más competitivos en un mercado cada vez más exigente en tiempo, calidad y costos bajos.

Adicionalmente, este trabajo de investigación, servirá como base para futuras investigaciones relacionadas a la aplicación o implementación de las herramientas Lean tanto en el sector servicios como en otros sectores económicos, en su variante Lean Service, dejando así, como precedente, una contribución para el desarrollo de esta metodología que busca la excelencia en las organizaciones.

#### 1.6.2 Justificación de la investigación

##### **Justificación teórica**

El estudio se justifica teóricamente generando un aporte a la base de datos de las aplicaciones de la metodología lean, inicialmente empleado en manufactura y posteriormente a servicios, siendo este el caso específico para servicios de consultoría minera.

##### **Justificación metodológica**

Esta investigación aporta una forma de estimar numéricamente los beneficios en tiempos y control de riesgos de los proyectos después de aplicar las herramientas Lean, lo cual se realiza en base al DAP y AMEF.

##### **Justificación práctica**

La justificación práctica es mejorar la calidad, costos y tiempos del servicio a través de la mejora del proceso de gestión de proyectos, siendo las herramientas de lean Service óptimas para este propósito.

##### **Justificación económica**

El presente estudio se justificará económicamente, dado que la aplicación de las herramientas del Lean Service permite mejorar la gestión de proyectos en la empresa, manifestado en la mejora del cumplimiento del cronograma de los

proyectos, alta calidad de los entregables y un mejor monitoreo de proyectos; todo esto trae como impacto positivo: la disminución de los reprocesos y de los sobretiempos de horas hombre asignado a los proyectos, lo que a su vez repercute económicamente en la reducción de los costos de la ejecución de proyectos. La reducción de costos favorece la competitividad de la empresa en el mercado y realizar nuevas inversiones como la importación de equipos de última tecnología. Todo ello también es un indicador de mejora en la industria.

#### **Justificación social**

La investigación beneficia a las organizaciones peruanas cuya actividad económica está orientada a los servicios mineros, y a la fuerza laboral que representa, puesto que brinda guías para garantizar el funcionamiento óptimo de una organización base.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del estudio de investigación

#### 2.1.1 Tesis Nacionales

Según Rivera (2021) en su tesis Plan de Implementación de Lean Service para mejorar la productividad del servicio de alquiler de equipos menores de construcción en la empresa Multiservicios R&G, consideró lo siguiente:

El objetivo de la investigación fue diseñar un plan para implementar Lean Service para incrementar la productividad en la renta de equipos de construcción en la empresa Multiservicios R&G. Trabajó en su investigación con una población que considera todos los procesos que desarrolla la empresa y una muestra no probabilística, porque consideró la totalidad de los clientes en el periodo determinado para la presente tesis. De la misma forma, utilizó las técnicas de recolección de información como entrevistas y observación directa, además desarrolló una investigación aplicando un diseño no experimental y con un nivel descriptivo explicativo.

Como resultado luego de la descripción de los procesos de la empresa, en concreto del proceso de renta o alquiler de maquinaria, se establecieron en total 61 actividades acumulando un total de 2,940.34 minutos como tiempo de ciclo, determinando al 83% de las actividades como desperdicios (mudas), y por medio de las propuestas de mejora, se consiguió disminuir estos tiempos y aumentar en 21% la productividad.

Siendo las principales conclusiones:

\*Se cumplió con diseñar un plan de implementación de Lean Service en la empresa Multiservicios R&G, consiguiéndose una mejora del 21% en el nivel de productividad en el servicio.

\*Se elaboraron planes piloto de implementación, para dar consistencia al desarrollo de la implementación. En primer término, se implementó el tablero Kanban para realizar un seguimiento y control de las actividades involucradas en los procesos, catalogándolas en actividades por hacer, en proceso y terminadas. Posteriormente se implementó la herramienta “5S” con la finalidad de reorganizar y estandarizar el espacio de ubicación física y los registros documentarios manejados digitalmente. Finalmente, en los equipos de trabajo

se constituyó los círculos de calidad, para identificar problemas organizacionales y los planes de acción para abordarlos, realizando un análisis previo por parte de los trabajadores.

Con este estudio se sustenta que la metodología Lean Service puede ser aplicada de manera eficaz a servicios que brinda una empresa, mejorando la productividad de la misma, utilizando para ello herramientas como Kanban, Círculos de calidad y 5S.

Además, promueve que se aplique Lean Service en diferentes procesos organizacionales tanto en empresas manufactureras como de servicios.

Según Asencio (2020) en su tesis Modelo Lean Service en la mejora de satisfacción del cliente del área de Riesgos Humanos en Marsh Rehder S.A, determinó lo siguiente:

El objetivo del estudio fue confeccionar una propuesta de mejora, usando las herramientas del Lean Service para impactar positivamente en la satisfacción del cliente del departamento de Riesgos Humanos. Consideró para su investigación una población representada por el universo de clientes del área de Riesgos Humanos de la empresa, siendo un total de 147 clientes y una muestra probabilística, tomándose para ello 107 clientes. Asimismo, utilizó las técnicas de recolección de data como encuestas, observación directa y revisiones documentales, además desarrolló una investigación de tipo aplicada, desarrollando un diseño no experimental transaccional y descriptiva.

Como resultado se obtuvo que un 49% de clientes del área de Riesgos Humanos manifiestan su poca satisfacción con el servicio que ofrece el bróker Marsh. De esta manera a merced de las herramientas desarrolladas se realiza una evaluación económica, lográndose una alta rentabilidad: B/C de 2.77, TIR de 80.86% y VAN de S/ 18,834.80.

Entre las conclusiones podemos destacar:

\* Es determinante conservar a largo plazo los esfuerzos de las mejoras obtenidas al desarrollar las herramientas ágiles en un entorno de servicios. Además, en contraposición a los que se cree, se ha evidenciado que es posible implementar la filosofía Lean no solo en empresas manufactureras sino también en organizaciones de servicios.

\* Las herramientas de análisis y diagnóstico como el diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto y tormenta de ideas, nos da soporte para entender los

problemas que se generan en los procesos organizacionales, independientemente de su dimensión.

\* En virtud a la matriz de 5W2H desarrollada para cada herramienta lean, se pudo realizar el mapeo y establecer el monto en soles que la propuesta de mejora requiere para implementarse.

Se incita a venideros investigadores realizar estudios y llevar a cabo nuevos modelos de gestión enfocados en las estrategias Lean en todos los campos del trabajo incluyendo el sector servicios.

Según Paredes y Salazar (2021) en su tesis Implementación de Lean Service para mejorar el proceso de construcción en una empresa de instalación de servicio de gas natural, expusieron lo siguiente:

Consideraron como objetivo en su estudio implementar Lean Service para mejorar el proceso de construcción de una empresa de instalación de servicio de gas natural. Explicaron que este servicio manifestaba una serie de problemas, y posterior a una evaluación y análisis del caso, pudieron localizar su origen, siendo este la fallas que se presentaba en los materiales, el tiempo incurrido en el desarrollo de los trabajos y los trabajos extra para corregir no conformidades. Entre las herramientas del Lean Service que usaron destacan el Kaizen, las 5s y el trabajo estandarizado. Utilizaron diagramas, gráficos y tablas propias ingeniería para dar complemento al análisis de los problemas planteados en el desarrollo del estudio. Se basaron en el ciclo PHVA en el desarrollo de las herramientas Lean durante la etapa de implementación.

Con este documento se concluye:

\*Aplicar la utilización de las 5S, optimiza la disposición de los materiales, pues se observó un aumento del indicador de 36.73%.

\*La implementación del Standardized Work homogeniza los tiempos de ciclo de un servicio.

\*El Kanban es buen apoyo en la implementación visual de las 5S, permitiendo una mejor organización del ambiente y su contenido.

Podemos indicar que la investigación realizada concluye que la implementación del Lean Service mejora el proceso de construcción debido a que todas las mejoras obtenidas con las herramientas seleccionadas ayudaron a ser más efectiva las operaciones cumpliendo con el objetivo principal del estudio.

Nos recomienda además utilizar la filosofía Lean en su variante Lean Service para mejorar procesos dentro de un servicio, pues no solamente los procesos de manufactura poseen desperdicios a eliminar.

Según García (2021) en su tesis Diseño de un sistema de Gestión basado en la filosofía Lean para aumentar la productividad del área de Gestión de Proyectos de la empresa Arcos EIRL., consideró lo siguiente:

El objetivo de este estudio fue establecer como el diseño de un sistema de gestión con bases en la Filosofía Lean puede impactar en los indicadores de productividad de los recursos en el área de Gestión de Proyectos de una empresa.

El tipo de investigación fue aplicada, con un nivel del estudio Exploratorio – descriptiva, con diseño no experimental y con un enfoque mixto. Tuvo como población todos los proyectos de edificación gestionados por la empresa Arcos EIRL, y como muestra, 5 obras de construcción teniendo como criterios para su selección: que las obras hayan pasado las fases de diseño y ejecución en el último semestre y que pertenezcan a la construcción de edificaciones. Por otro lado, utilizó las técnicas e instrumentos de recolección de datos como entrevistas, la observación y el análisis documental.

En este estudio se diseñó un sistema de gestión basado en la filosofía Lean, considerando un plan de mantenimiento, un plan enfocado en la mejora continua y la aplicación de distintas herramientas Lean con lo que se logró incrementar en 95% la productividad global, en un 97 % la productividad de la mano de obra y obteniéndose una rentabilidad de s/ 1.67 por cada sol invertido, según la evaluación económica.

Concluyo que es posible lograr el aumento de la productividad dentro del área de Gestión de Proyectos, diseñando un sistema de gestión basado en la filosofía Lean, utilizando herramientas y técnicas que permitan mejorar la velocidad de la mano de obra productiva, lograr mejor disposición de máquinas y organizar las actividades.

Por lo que, con esta tesis, queda sustentado el impacto que tiene en la gestión de proyectos, el diseño e implementación de un sistema de gestión basado en técnicas y herramientas de la Filosofía Lean.

Según Rosado (2019) en su tesis Mejora en el desarrollo de proyectos de una empresa que brinda servicios de consultoría, consideró lo siguiente:

El objetivo de este estudio fue la optimización del proceso de desarrollo de proyectos en una empresa de servicios de consultoría, a través de soluciones viables económicamente.

En este estudio se utilizó como recursos, dos herramientas de ingeniería como el análisis Thibaut y el método de factorial de Klein para el análisis, evaluación y mejoramiento de procesos, determinando las causas de los problemas, el análisis de la situación de la empresa, y el estudio de las posibles opciones de mejoras, evaluando la evolución de la gestión de proyectos a través de indicadores pre determinados.

El autor concluyó que las soluciones más idóneas para mejorar la organización, planificación y ejecución de los proyectos de consultoría son: la implementación de un área de seguimiento y control, y la creación de procedimientos, considerando al PMI como la metodología a utilizar, dado su enfoque en las mejores prácticas para gestionar proyectos.

Como resultado de la implementación de cada una de las propuestas de solución, se determinó que su aplicación era viable, obteniendo un retorno de inversión de s/47 916 y una tasa de 48.20% en 2 años, 6 meses y 15 días en su evaluación económica.

Finalmente se concluyó que debido a que actualmente existe una enorme competencia en el sector servicios de consultoría, por la existencia de empresas especializadas nacionales e internacionales, es fundamental que las empresas se enfoquen en mejorar sus procesos para obtener una diferenciación y ventaja competitiva.

Aller (2019) en su tesis Metodología Lean Manufacturing en la mejora de Gestión de Proyectos en la empresa MIGA S.A.C, consideró lo siguiente:

El objetivo de este estudio fue demostrar que la metodología Lean Manufacturing puede mejorar la gestión de proyectos de la empresa MIGA S.A.

El estudio de investigación fue de tipo aplicada y su diseño fue pre experimental, considerándose una población de 168 guías de observación, y un de muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple, considerándose como muestra, 150 guías de observación. Se utilizó como técnica de recolección de datos, la observación y una validación de contenido a través del juicio de expertos.

Como resultado el autor expuso que se logró mejorar la gestión de proyectos reflejado en el progreso de sus indicadores, como se manifiesta en el índice de desempeño del cronograma, el cual incremento en su promedio en 31.76%, el índice de rendimiento de costo, el cual se incrementó en su promedio en 26.14% y el indicador de costos de calidad, el cual se redujo en su promedio en s/1604.88.

Por lo tanto, queda expuesto los resultados favorables en los indicadores principales de la gestión de proyectos de la empresa en mención, por medio de la implementación de la metodología Lean Manufacturing.

Según De la Cruz y Velásquez (2021) en su tesis Implementación de Lean Service para mejorar el servicio de mantenimiento en la Mype Detronic, considero lo siguiente:

El objetivo principal de este trabajo de investigación fue la de implementar la metodología Lean Service con la finalidad de mejorar el servicio de mantenimiento en la Mype Detronic.

La investigación fue de tipo aplicada, se desarrolló bajo el enfoque cuantitativo utilizando un método explicativo con diseño experimental en su modalidad cuasi experimental. Tuvo como población previa las conversiones de servicios cotizados a servicios ejecutados que se han registrado cada tres días desde la primera cuarta semana de julio hasta la última semana de julio de 2021 hasta la última semana de julio de 2021; las cuales representaron un total de 12 datos. La población post las conversiones de servicios cotizados a servicios ejecutados que se han registrado cada tres días desde la tercera semana de agosto de 2021 hasta la última semana de septiembre de 2021; las cuales representaron 12 datos.

En cuanto a la muestra, la previa, fueron las conversiones de servicios cotizados a servicios ejecutados registrados cada tres días desde la cuarta semana de junio de 2021 hasta la última semana de julio de 2021; las cuales representaron 12 datos. La muestra post fueron las conversiones de servicios cotizados a servicios ejecutados registrados cada tres días desde la tercera semana de agosto de 2021 hasta la última semana de septiembre de 2021; las cuales representaron 12 datos.

En esta tesis se sustentó la aplicación de la metodología Lean Service a través de sus herramientas como Kaizen, trabajo estandarizado y 5S con la finalidad

de mejorar y optimizar el servicio de mantenimiento en la Mype Detronic. Utilizaron algunas herramientas complementarias para este fin como diagramas DAP, el VSM, diagramas de Gantt, diagramas de flujo, instructivos, entre otros.

Entre los logros mencionados están: el incremento de la conversión de servicios presupuestados en un 27.615, la disminución del nivel de garantías en un 60.25%, y la mejora del nivel de organización y limpieza del taller de mantenimiento.

Concluye que demuestra a través del trabajo de investigación, que la metodología Lean Service, a través de sus herramientas, permitió mejorar el servicio de mantenimiento al incrementar los indicadores mencionados anteriormente. Asimismo, promueve el desarrollo del conocimiento y bases teóricas de las herramientas Lean, aplicables en empresas de servicios para optimizar procesos y mejorar en competitividad.

Finalmente, se recomienda seguir investigando e implementando Lean Service en las empresas peruanas micro y pequeñas, ya que viene demostrando múltiples beneficios en la mejora de procesos.

#### 2.1.2 Tesis Internacionales

Según Escobar y Ocampo (2018) en su tesis Propuesta de aplicación de herramientas Lean Service para el mejoramiento en el servicio de laboratorio clínico para una IPS ubicada en Guadalajara de Buga, consideró lo siguiente: El objetivo fue realizar una propuesta con fundamento en la metodología del Lean Service que permita la mejora en el nivel del servicio del laboratorio clínico en una IPS. En principio se expone el marco teórico en donde se describen los objetivos, la metodología utilizada en el estudio y los principios teóricos que sirven como derrotero al desarrollo del proyecto, posteriormente se expone el contexto actual de la organización y su aspecto funcional. Después se hace una indagación de los procesos, poniendo de manifiesto y en detalle los desperdicios y problemática a considerar, alternativas de soluciones Lean y las validaciones a través de indicadores y modelos de simulación; finalmente se realiza el despliegue de las propuestas, sus indicadores de seguimiento y control, así como las conclusiones relacionadas.

Cabe destacar dentro de sus conclusiones:

\*Que a través de la aplicación del lean Service se pudo hacer frente a los problemas más relevantes que manifiesta el proceso según lo que distingue el cliente implementando el VOC como la confiabilidad en los resultados, reducción en los tiempos de espera, y calidad de servicio óptima, considerando estos aspectos los que obtienen un valor agregado para el cliente.

\*Que por medio de la simulación pudo comprobarse la mejor utilización de los recursos de la empresa y se logró evaluar eficazmente los indicadores de control, de la misma manera, determinar un enfoque de los cambios obtenidos gracias a la aplicación de técnicas y herramientas del Lean Service.

Se emplearon herramientas Lean como: 5S, VSM y Control Visual, con la finalidad de determinar el éxito de establecer los instrumentos para lograr una mejora en la calidad de servicio y permitiendo ser más competitivos en el mercado.

Según Díaz (2021) en su tesis Propuesta de mejora del servicio de hospedaje en el hotel Maracos utilizando Lean Service, presentada en la Universidad Antonio Nariño, Colombia, consideró lo siguiente:

El objetivo de este estudio fue gestar una propuesta para mejorar el servicio de hospedaje en el hotel Maracos basándose en la metodología Lean Service.

La investigación se realizó para la reactivación del hotel Maracos en la ciudad de Villavicencio proponiendo un plan de mejora que genere captación y fidelización en los clientes por medio de la metodología Lean Service y otras herramientas como lo son la casa de la calidad QFD y VSM, por medio de estas dos herramientas se logró conocer el proceso del servicio de hospedaje, la percepción que tienen los clientes de él y los desperdicios, factores como demanda mínima, mejorar la atención al cliente y procesos no establecidos; la herramienta Kaizen fue escogida para establecer los procedimientos dado que es utilizada para la mejora continua y se establecieron varias actividades para la mejora del servicio de hospedaje entre ellas, estandarizar el servicio de limpieza de las habitaciones, capacitar al personal sobre la importancia de la atención al usuario y establecer un plan de publicidad para aumentar la demanda, se realizó un VSM Ideal del plan de mejora que se propuso y se evaluó su viabilidad financiera de la propuesta por medio de la herramienta beneficio-costos, que tuvo como resultado la viabilidad, dado que los beneficios económicos son mayores que el costo de el plan de mejora.

Se concluyó de la investigación que:

\*Se identificó en el servicio de hospedaje grandes desperdicios como lo son: que el hotel tiene una demanda diaria promedio de 12 habitaciones y su capacidad es de 30 habitaciones, también hay duplicación porque los recepcionistas tienen que revisar la disponibilidad de las habitaciones y asegurarse de entregar una habitación que esté lista y en perfecto funcionamiento, desperdicios de factor humano y error en el servicio porque no hay un proceso establecido para la limpieza de las habitaciones y quejas por la atención al cliente.

\*La propuesta de mejora tiene planes de acción enfocados en eliminar o reducir los desperdicios, como lo es, plan de acción de publicidad, para mejorar la atención al cliente, para estandarizar procesos. Si el hotel quiere llevar a cabo la propuesta lo puede hacer ya que es viable porque el beneficio que obtendría la organización es mayor a los costos.

En su recomendación hace indicación de que Lean no es solo herramientas de mejora y de calidad, Lean es un estilo de vida y así es como se debe ver, para que una organización tenga éxito con un plan de mejora, se debe de estar reevaluando ese plan de mejora, para saber si todavía cumple con los estándares para proporcionar calidad.

Con este estudio se sostiene que la metodología Lean Service puede ser aplicada de manera eficaz a los procesos de servicios post venta, para reducir demoras y mejorar la calidad de estos utilizando diversas herramientas e instrumentos.

Según Jessen (2019) en su memoria Diseño de un sistema de control de proyectos de desarrollo ingeniería, para una gerencia de proyectos, basado en el control de costos, avances y horas de trabajo, consideró lo siguiente:

El objetivo fue crear un sistema de control de proyectos de desarrollo de ingeniería que permita controlar y medir información para la gerencia, alineado a los objetivos estratégicos de la empresa y en el cual se puedan reportar avances físicos y temporales para minimizar variaciones del presupuesto

Esta tesis usó una metodología para establecer una estrategia en la implementación del marco conceptual propuesto, el cual considero la siguiente secuencia de pasos:

- Análisis preliminares de los proyectos de ingeniería.

- Diagnostico actual del control de proyectos en la gerencia.
- Benchmarking del control de proyectos en otras empresas.
- Definición de metodología de variables claves.
- Generación del proceso de control e indicadores.

En el desarrollo del presente trabajo de investigación, se realizaron análisis mediante entrevistas a las personas vinculadas al proceso, se manipularon las bases de datos e información obtenida en contratos y planificaciones. Se recurrió a la teoría atingente, como la “Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos” del Project Management Institute para considerar los aspectos relevantes para lograr una buena gestión de proyectos.

El autor realizó un análisis de los tipos de proyectos de desarrollo de ingeniería para recabar la información asociada. Evidenció la importancia de las horas de trabajo de los especialistas y su influencia en el resultado económico de un proyecto, poniendo énfasis en la necesidad de gestionar el recurso humano. Consideró, además, que el manejo de información concreta y relevante es primordial para cumplir el objetivo de reducir la variación de costos.

Así, entre las propuestas que propuso para un sistema de control de proyectos, consideró: El proceso de asignación de horas, la construcción de variables de avance, las reuniones de avance, la distribución del tiempo, la contratación del personal y el cierre del proyecto.

Expuso por otro lado, las oportunidades para elevar los estándares en la gestión de proyectos, a un nivel internacional, utilizando nuevas herramientas como la metodología del Building Information Modeling (BIM), que es un conjunto de metodologías y tecnologías estándares para el diseño colaborativo y en tiempo real, cuyo objetivo es el desarrollo de información precisa para los proyectos buscando generar valor agregado.

## 2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

### 2.2.1 Sector Servicios

Actualmente el sector servicio se distingue por ser el responsable mayoritario del PBI mundial, y por generar puestos de trabajo que crecen a tasas más elevadas en comparación con otros sectores económicos.

Hay 5 grupos relevantes de servicios a considerar:

- a) Empresas: consultorías, Bancos, Finanzas, etc.

- b) Comerciales: centros minoristas, servicios de mantenimiento, etc.
- c) Infraestructura: medios de transporte, sector comunicaciones, etc.
- d) Sociales: restaurantes, centros de salud, centros de diversiones, etc.
- e) Administraciones públicas: instituciones gubernamentales, de salud, etc.

Aparte de ser importantes por contribuir en la generación de puestos de trabajo, estas empresas de servicio también son relevantes en brindar el soporte a las actividades industriales, comerciales, agrícolas y mineras.

Las empresas manufactureras, también brindan servicios de forma directa a sus clientes internos (servicio interno); por otro lado, actualmente el 75% de los trabajadores se dedican a los servicios y el sector servicios crece anualmente en 13%, en comparación del 3% de crecimiento anual del sector manufacturero (Socconini, 2019). Sin embargo, el nivel de productividad del primero está por debajo del sector manufactura.

Las organizaciones de servicio, con el objetivo de reducir los costos, obtener una mejor calidad, lograr alta flexibilidad en sus procesos y reducir los leads times, orientan su visión en el rubro manufacturero para entender, concientizar e implementar sus métodos, técnicas y herramientas.

### 2.2.2 Proyectos

“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (Project Management Institute, 2017, p. 4).

Para el PMI (2017) los proyectos tienen como finalidad alcanzar un objetivo acordado con el cliente, mediante la emisión de entregables. Estos entregables llegan a ser resultados únicos y que se pueden corroborar cuando se realiza cualquier servicio que permita dar cumplimiento y finalización a una etapa, proceso o un proyecto. En todos los niveles de un sistema organizado se ejecutan proyectos, estos pueden comprender una o varias personas.

En la Figura 10 podemos observar las razones por las que un proyecto puede dar inicio:

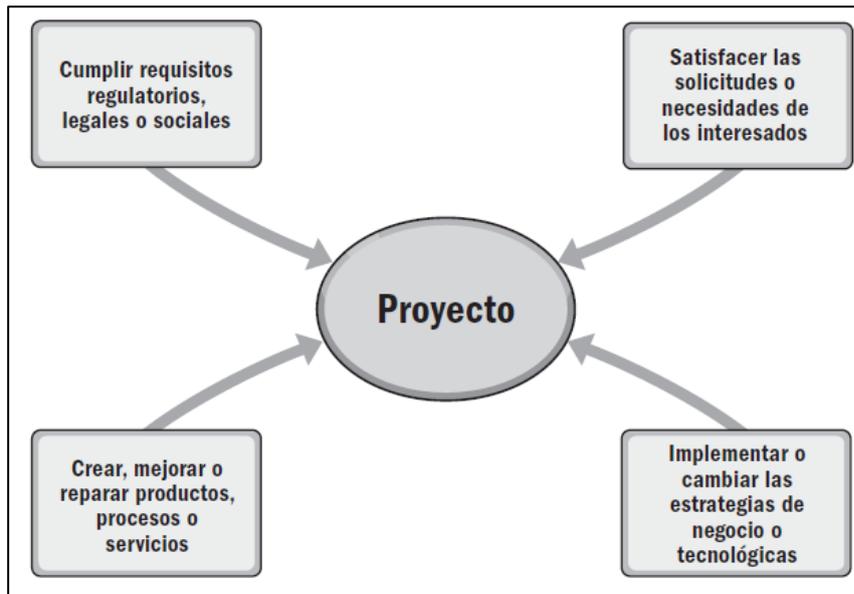


Figura 10: Contexto de iniciación del Proyecto  
Fuente: PMBOK sexta edición pg 8

El proyecto tiene como fin generar los siguientes entregables:

- Un producto único; que puede ser una parte de otro elemento, una mejora o un elemento final.
- Un servicio único por las condiciones en las se presentan un problema;
- Un resultado único; al dar una solución a un problema detectado; y
- Un conjunto único de los mencionados previamente.

Para un entregable se puede realizar las mismas actividades en un periodo de tiempo. Esta repetición de actividades no altera el resultado único del trabajo del proyecto, por ejemplo, en la construcción de puentes similares, el puente que se construya en un lugar específico es distinto a los otros.

Ciclo de vida del proyecto

Secuencia de pasos que sigue un proyecto, pasando de una fase a otra cuando se cumplen los entregables de la fase previa, y realizándose la transferencia de información. El ciclo de vida brinda el lineamiento fundamental para la gestión del proyecto, siendo aplicado independientemente del tipo de proyecto (Project Management Institute, 2017).

Los ciclos de vida del proyecto son fundamentales debido a que contienen:

- Los trabajos que se deben efectuarse en cada fase.
- Personal requerido en cada fase.

En la Figura 11 se presenta el ciclo de vida del proyecto:

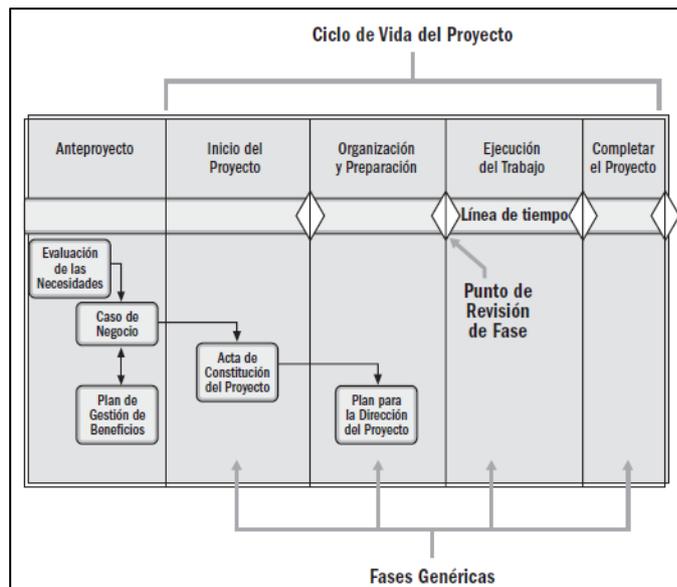


Figura 11: Ciclo de vida del proyecto  
Fuente: PMBOK sexta edición pg 30

### Grupos de procesos

De acuerdo con el PMI (2017), en el transcurso del ciclo de vida del proyecto se desarrollan 5 grupos de procesos, que se presentan a continuación:

- Inicio. Aquí se define el valor del proyecto y su viabilidad.
- Planificación. El alcance, objetivos y plan de acción son definidos en este grupo de procesos para el cumplimiento de los objetivos. Durante la planificación se establecen los recursos, materiales y tiempos para cada entregable del proyecto y de esta manera establecer los lineamientos.
- Ejecución. En este grupo de procesos se ejecuta lo planificado, en dirección al cumplimiento de los entregables intermedios y finales.
- Monitoreo y Control. El proceso de monitoreo y control de proyectos de es indispensable para comprender el progreso del proyecto, a través del análisis de indicadores, obtenidos de la recolección de datos del desempeño durante su ejecución, facilitando así la toma de decisiones (Marín Sánchez y Lugo García, 2015). Se da el seguimiento a la ejecución del proyecto comparando la situación actual con lo planificado en alcance, costo y tiempo identificando así los problemas que puedan ocurrir; al detectar los problemas nos permite realizar recomendaciones para un control de los cambios y tomar acciones de manera oportuna. Realizar este monitoreo continuo permite que todo el equipo de trabajo involucrado

conozca el estado y salud del proyecto para detectar las áreas que requieran atención.

- Cierre. En este grupo se da una verificación final del trabajo y de la culminación de todos los procesos para garantizar la entrega formal al cliente.

En la siguiente ilustración se aprecia la interrelación en los proyectos entre los grupos de procesos y su ciclo de vida:

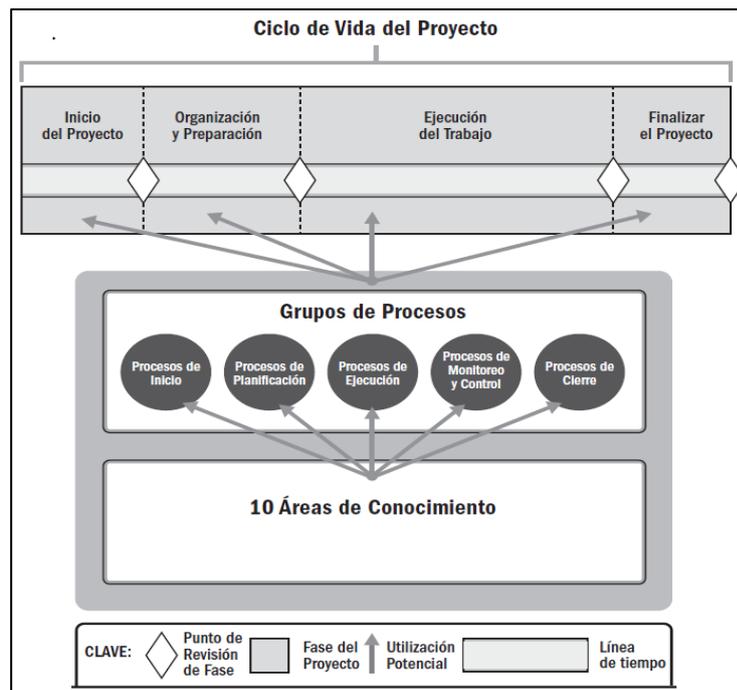


Figura 12: Interrelación entre los Componentes Clave de los Proyectos del PMBOK.  
Fuente: PMBOK sexta edición pg 18.

### 2.2.3 Gestión de Proyectos

“La gestión de proyectos es la disciplina de utilizar principios, procedimientos y políticas establecidos para guiar con éxito un proyecto desde su concepción hasta su finalización” (Project Management Institute, 2017).

Según Project Management Institute (2017) esta gestión se divide en diez áreas de conocimiento las cuales están interrelacionadas. Un Área de conocimiento está delimitada por secciones de conocimientos que engloban los datos de entrada, productos resultantes, herramientas y técnicas. Estas áreas son:

- Gestión de la integración
- Gestión del alcance

- Gestión del cronograma
- Gestión de los costos
- Gestión de la calidad
- Gestión de los recursos
- Gestión de las comunicaciones
- Gestión de los riesgos
- Gestión de las adquisiciones
- Gestión de los interesados

#### 2.2.4 Lean Service

Lean service está sustentado por una filosofía de más de ochenta años, incorpora las herramientas de la filosofía Lean a empresas del sector servicios, añadiendo, además, la innovación, la gestión del talento, las estrategias de motivación y el desarrollo de las personas que son los ejecutores del cambio y transformación en cualquier entorno Lean.

Socconini (2019) define el Lean Service como una filosofía para eliminar desperdicio y generar valor a cada proceso clave del servicio, con el fin de incrementar el nivel de satisfacción de los clientes; y además, es una metodología que identifica las restricciones de la productividad lo cual permite encontrar las oportunidades de mejoría en el desempeño. Se considera un sistema de trabajo en el cual, todas las personas trabajan en equipo y de manera colaborativa con objetivos y metas comunes, enfocándose en la mejora continua de los procesos.

#### **Aplicación de Lean Service**

Womack, Jones y Roos en su libro “The machine that changed the world”, argumentaron que el pensamiento Lean puede ser aplicado en cualquier parte del mundo y en cualquier tipo de negocio.

En muchas publicaciones hay estudios de investigación y estudios de casos, que indican la aplicación exitosa del pensamiento Lean a varios sectores de empresas de servicios.

Particularmente los sectores de educación, salud, banca, aerolíneas y hoteles son las principales categorías en las que los servicios Lean han sido implementado.

## Principios de Lean Service

La implementación de la filosofía Lean, requiere considerar los siguientes principios:

Número 1. Especificación del valor, según lo requerido por el cliente.

Número 2. Mapeo del flujo de Valor, que identifique los procesos, actividades y sus relaciones.

Número 3. Optimización del flujo, en todo el proceso hasta la entrega del servicio al consumidor, eliminando todo aquello que no genera valor.

Número 4. Sistema de producción pull, produciendo aquello que el cliente necesita o requiere, brindando flexibilidad al sistema.

Número 5. Mejora continua, búsqueda constante de oportunidades de mejora, buscando la perfección.

## Desperdicios en servicios

La determinación de los desperdicios(muda) o residuos en los procesos de servicios, puede ser algo complejo, tomado en cuenta la naturaleza intangible de las operaciones, por otro lado, se podrían encontrar nuevos tipos de desperdicios, además de los tradicionales; siendo entonces uno de los desafíos en las empresas de servicios, identificar y reconocer los desperdicios generados en el sistema (López, Gonzáles y Saenz, 2015).

En la Tabla 3 podemos observar una analogía entre los desperdicios identificados en las áreas de servicio con los desperdicios en el entorno de fabricación:

Tabla 3: Tipos de desperdicio de fabricación y de servicio

Nº	SERVICIO	ANALOGÍA DE FABRICACIÓN	EJEMPLOS
1	Sobreproducción	Superproducción	Procesar antes del requerimiento
2	Retraso	Esperas	Solicitudes pendientes
3	Transporte o movimiento innecesario	Movimiento / transporte	Búsqueda de datos o información, adjunto de correos electrónicos excesivos
4	Sobrecalidad, duplicidad	Excesivo procesamiento	Repetición de detalles en formularios
5	Falta de estándares	Inventario	Plazos de entrega variables
6	Demanda de incumplimiento	Defectos	Mala atención al cliente, trabajo incompleto
7	Recursos infrautilizados	Subutilización de recursos	Responsabilidad limitada
8	La resistencia de gerencia al cambio	La resistencia de gerencia al cambio	Rechazo de sugerencias

Fuente: López, Gonzales y Sanz (2015)

## Beneficios del Lean Service

Lean Service es utilizado para lograr una mejora en la calidad de los servicios, considerando el soporte de un equipo de trabajo con objetivos comunes y enfocado en la mejora continua. Según Socconini (2019) entre los principales beneficios que podemos lograr al implementar Lean Service en las áreas de servicios son:

- Incremento en el nivel de ventas.
- Reducción de costes de los servicios.
- Ganancia de mercado en el sector.
- Mejora en la confiabilidad del negocio.
- Optimización de los tiempos de atención.
- Mejora en la satisfacción de los clientes.
- Mayor capacidad de atención de servicios.
- Motivación de las personas involucradas en las áreas de servicio

## Metodología Lean en actividades de servicio

Como guía para la implementación de manera práctica la filosofía Lean en el sector de servicios, se sugiere un proceso de 6 etapas, considerándose, además, aquellas técnicas y herramientas que son aplicables a las actividades de servicio (López et al., 2015).

En la Figura 13 se presentan las etapas y herramientas de uso potencial en las áreas de servicio:

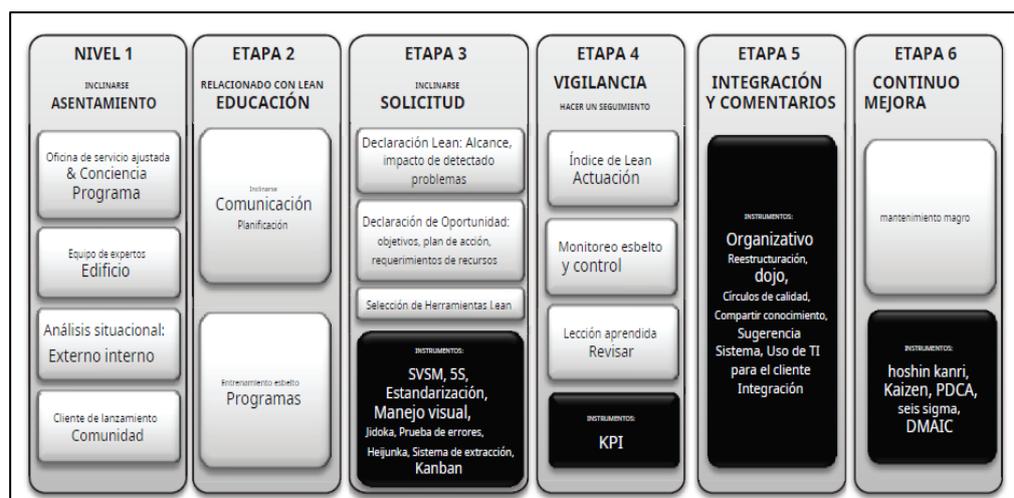


Figura 13: Etapas y metodologías en la implementación del Lean Service  
Fuente: López et al. (2015)

### 2.2.5 Herramientas Lean

#### **Kanban**

Kanban o Control de Producción por tarjetas, consiste en un sistema de control que utiliza un dispositivo de señalización para regular los flujos de producción JIT. Kanban significa señal o tarjeta de instrucciones en japonés. Esta metodología trabaja bajo el sistema de producción Pull, siendo una herramienta que ayuda a controlar la información y regular el transporte de materiales en una línea de producción. (Muñoz, Zapata y Medina, 2022, p. 194)

Kanban permite reducir desperdicios, establecer un orden en el trabajo, prevenir la sobreproducción y evitar los reprocesos. La utilidad mayor con la herramienta kanban es permitir que la operación y el control fluya visualmente y pueda ser manejado por el personal operativo y las partes interesadas, evitando de esta manera generar despilfarros en tiempo por supervisiones no previstas o trabajos elaborados en más de una vez.

Esta herramienta es uno de los ejemplos de cómo herramientas de Lean Manufacturing se ha adaptado al Lean Service, siendo una herramienta muy fácil de usar, de actualizar y de trabajar en equipo, y es también una herramienta muy visual, que con un simple vistazo permite ver el estado de los proyectos, además de pautar el desarrollo de trabajo de manera eficaz (Perez & Morato, 2021).

Para Pérez y Morato (2021) un sistema de trabajo también se representa mediante tableros Kanban, que constan de varias columnas en las que sitúan las tarjetas o etiquetas. De esta manera cada columna indica el estado en que se encuentra cada tarea y a quien corresponde ejecutarla.

Por lo tanto, el método Kanban, nos permite fijar el límite de trabajo en curso, para prevenir que formen cuellos de botella. Además, nos permite medir el lead time de cada etapa del proceso y al enlazar cada etapa funciona como un sistema de control de procesamiento en las diferentes estaciones de trabajo (Pérez y Morato, 2021).

A continuación, se muestra un tablero Kanban utilizado para el control de las actividades y el cual permite visualizar el desarrollo del trabajo:

Tabla 4: Modelo de tablero kanban

BACKLOG	TO DO	DOING	DONE!

Fuente: Pérez y Morato (2021)

Los objetivos del Kanban según Rajadell y Sanchez (2010) son:

- Sintetizar las funciones administrativas de la organización de la producción.
- Regular y reducir el stock, de tal manera que en cada momento coincida la necesidad con lo que se está procesando en la línea.
- Estimular la mejora de métodos.
- Implementar un sistema mediante dispositivos de control visual que apoye a la identificación de problemas en el procesamiento.
- Favorecer el flujo continuo y lograr el balance de los procesos a través de un sistema pull.

Los pasos para implementar el Kanban según Cabrera (2012) son:

- Primero: Realizar la recolección y resumen de información considerando las actuales condiciones.
- Segundo: Medir la dimensión del Kanban teniendo en cuenta el paso previo.
- Tercero: Esquematizar el Kanban, ajustar el tamaño del contenedor con el objetivo de admitir y garantizar el flujo.
- Cuarto: Adiestrar al personal involucrado en el desarrollo del proceso Kanban, establecer dispositivos visuales como señales, donde se necesite el control.
- Quinto: Comenzar el proceso Kanban, estableciendo los lineamientos que proveerán los puntos de decisión más las revisiones y balances.
- Sexto: Inspeccionar y sostener el proceso Kanban, determinando una disciplina y creando hábitos.

- Séptimo: Buscar continuamente la mejora del Kanban.

### **Análisis modal de fallos y efectos (AMFE o AMEF)**

Una de las herramientas para el análisis de riesgos usada con mucha frecuencia por las empresas es la que se conoce como AMEF O AMFE, que es el análisis modal de fallos y efectos.

Esta herramienta es un modelo preventivo y analítico para reconocer y evaluar los fallos potenciales de los productos, servicios o procesos, y evaluar todos los efectos de dichos fallos. También nos va a permitir identificar las acciones para reducir la probabilidad de que ocurran fallos potenciales (Pérez y Morato, 2021).

El AMEF es una herramienta poderosa que permite identificar fallas en productos y procesos, para evaluar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de detección para evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención (Soconini, 2019)

Por lo que el AMEF, pasa a ser, un documento vivo en el cual podemos almacenar una enorme cantidad de información y datos, sobre determinado proceso o productos, convirtiéndose en una fuente valiosa de información.

Este método de prevención nos sirve para:

- Conocer a fondo un proceso.
- Identificar las posibles fallas de un proceso, producto o servicio.
- Establecer los efectos de cada falla que pueda suceder,
- Evaluar el nivel de gravedad o severidad de los efectos.
- Identificar las posibles causas de las fallas.
- Establecer el nivel de confiabilidad de nuestros mecanismos de detección de fallas.
- Evaluar objetivamente la relación de gravedad, ocurrencia y detectabilidad.
- Documentar acciones para reducir los riesgos.
- Almacenar el conocimiento generado de la empresa
- Detectar oportunidades para dar inicio a proyectos de mejora.

El procedimiento para poder implementar la herramienta del AMEF en una organización según Soconini (2019) es:

Paso 1. Desarrollar un mapa de proceso.

Paso 2. Formar un equipo de trabajo y documentar el proceso, el servicio, etc.

Paso 3. Determinar los pasos críticos del problema.

Paso 4. Determinas las fallas potenciales de cada paso, definir los efectos de las fallas y evaluar su nivel de severidad.

Paso 5. Indicar las causas de cada falla y evaluar la ocurrencia de las fallas.

Paso 6. Indicar los controles que se tienen que hacer para detectar fallas y evaluarlas.

Paso 7. Obtener el número de prioridad para cada falla y tomar decisiones.

Paso 8. Empezar acciones preventivas, correctivas o de mejora.

Por otro lado los pasos que utilizaron Pérez y Morato (2021) en el desarrollo de un proyecto fueron: Realizar una matriz causa efecto para identificar en qué medida afecta una actividad a los requerimientos del cliente, identificar las entradas del proceso que condicionan los requerimientos del cliente, elaborar el AMEF partiendo de las entradas con mayor puntuación de la matriz causa – efecto, luego, buscar todos los modos de fallos asociados a los inputs, análisis del impacto del modo de fallo y evaluación de su severidad ocurrencia y detección, para así obtener el NPR, que es el numero prioritario de riesgo de cada efecto, lo que nos permitirá priorizar los modos de fallos con el NPR de mayor a menor.

El cálculo del NPR según Pérez y Morato (2021) es como se muestra:

$$\text{NPR} = \text{Severidad} \times \text{Ocurrencia} \times \text{Detección}$$

Con este dato, hay que actuar sobre los que se encuentran en riesgo alto y medio de fallo para posteriormente proponer las acciones de mejora que incluye su priorización, fecha límite para su ejecución y los responsables de llevarla a cabo, todo ello con la finalidad de reducir la ocurrencia y mejorar la detección, tomando a la severidad como un efecto constante.

A continuación, se muestran en la Tabla 5 los valores de los niveles de severidad, ocurrencia y detección a ser utilizadas en el desarrollo de la herramienta de análisis modal de fallos y efectos (AMEF):

Tabla 5: Valoración de la severidad, ocurrencia y detección en el AMEF.

Calificación	Severidad	Ocurrencia	Detección
1	<b>Menor</b> (cliente no lo nota)	<b>Escasa:</b> Muy poca ocurrencia en circunstancias pasadas similares	<b>Muy Alta</b> probabilidad de detectar el defecto (siempre)
2	<b>Baja</b> (ligera incomodidad del cliente)	<b>Baja:</b> Situación aparecida	<b>Alta</b> probabilidad de detectar el defecto (casi)
3			
4	<b>Media</b> (alguna insatisfacción del cliente, nota un deterioro en el	<b>Moderada:</b> Situación de cierta frecuencia en el pasado	<b>Moderada</b> (se puede detectar el defecto)
5			
6			
7	<b>Alta</b> (Alto grado de insatisfacción del cliente,	<b>Alta:</b> Situación bastante frecuente en el pasado	<b>Baja</b> (probablemente no se detecte el defecto)
8			
9	<b>Muy Alta</b> (Cliente molesto e insatisfecho,	<b>Muy alta:</b> La situación se presenta	No se puede detectar
10			

Fuente: Lean Six Sigma Institute (LSSI)

También se muestra en la Tabla 6, un ejemplo de calificación del riesgo en base al NPR resultante, diseñada por Pérez y Morato (2021), durante el desarrollo de un proyecto de mejora en la empresa Boreal SC.

Tabla 6: Calificación del riesgo en base al NPR resultante

301	1000	Alto riesgo de fallo grave
125	300	Riesgo de fallo medio
1	124	Riesgo de fallo bajo
-	0	No existe riesgo de fallo

Fuente: Pérez y Morato (2021)

### Andon Control Visual

Es una herramienta de gestión visual que se caracteriza por mostrar con evidencias la situación de las operaciones de tal manera que todos los involucrados puedan reconocerlo a golpe de vista, además, puede ayudar a hacer visible las debilidades y problemas que presenta el sistema. Esto hace que se puedan tomar decisiones apropiadas y adoptar medidas adecuadas de manera instantánea.

Para Socconini (2019) es una señal visual que puede incorporar elementos de carácter visual, textual y auditivo, el cual nos da soporte para comunicar la problemática que existen en la calidad o paradas debido a algún motivo en particular. Además, nos brinda información del estado de un proceso sobre una

situación normal o anormal, además si esta necesita algún acto en particular para su control.

La comunicación visual presenta múltiples ventajas, entre ellas, la facilidad con la que se difunden la información, y su rápida captación por parte de las personas interesadas.

Estas técnicas de control sirven como marco metodológico para visualizar la información, encauzar las ideas, y ofrecen un entorno real del estado o la situación que se analiza (Hernández y Vizán, 2013).

Algunos tipos de control visual según Socconini (2019) son:

- Alarmas. Utilizado para dar señales de urgencia y tiene diferentes tipos de sonido, según sea su campo de aplicación
- Lámparas y torretas. Utilizado para dar a conocer el estado o situación de equipos, áreas, maquinas, con señales de colores en torretas o banderas.
- Tableros de Información. Utilizados para dar seguimiento y control continuo al plan de producción.
- Colores. Utilizados para distinguir condiciones normales de las anormales y percibir riesgos potenciales.

El procedimiento que explica Socconini (2019) para implementar el Andon es el siguiente.

Paso 1. Determinar cuál es la información que se mostrará y quienes son los interesados a los que va dirigido.

Paso 2. Generar la señalética apropiada que sea requerido.

Paso 3. Tercer paso. Capacitar al personal para entender y dar uso a las señales.

Paso 4. Generar disciplina y crear respeto hacia las señaléticas utilizadas.

Es posible desarrollar e implementar señales Andon en procesos de empresas de servicios en formatos de tableros de información, mostrando con colores y valores distintos indicadores de la actividad para tener en cuenta o el estatus del nivel de servicio. Es una herramienta colaborativa con otras áreas de la empresa, ya que nos va a permitir evitar despilfarros de tiempo, personas o de calidad, dado que nos advierte en tiempo real de posibles incidencias y también nos da información para corregir esas ineficiencias en el proceso (Pérez y Morato, 2021).

## **Diagrama de Pareto**

El diagrama de Pareto, conocida como Curva 80% - 20% o Curva de Pareto, es una representación gráfica que nos permite organizar los datos de una manera ordenada y descendente, según una característica definida. “Con frecuencia uno o dos aspectos tendrán el 80% de los problemas, el resto de los aspectos serán responsables por el 20% restante” (Carrera, Manobanda, Castro y Vallejo, 2019, p. 7).

La utilización del diagrama de Pareto radica en la priorización de los problemas o de las causas que los generen.

Carrera et al. (2019), menciona que es usada con la finalidad de dividir de manera gráfica los aspectos más significantes de un determinado problema de tal forma que un grupo de trabajo sea consciente de a dónde orientar sus esfuerzos buscando la mejora continua.

Bonilla et al. (2020) explican que, para desarrollar esta metodología, se tiene que seguir la siguiente secuencia de pasos:

Paso 1. Consignar los elementos como defectos o problemática de una empresa.

Paso 2. Organizar todos los elementos identificados y cuantificados de mayor a menor.

Paso 3. Expresar el total de la información o data.

Paso 4. Cuantificar el porcentaje correspondiente de cada elemento en relación al total.

Paso 5. Seleccionar todos los puntos en un eje de coordenadas, de tal manera que:

(X) % acumulado de elementos.

(Y) % acumulado de impacto del elemento.

Paso 6. Dibujar la curva.

Paso 7. Segmentar la curva en 03 áreas (A, B y C)

Paso 8. Evaluar cómo se comporta la curva y elegir los elementos del área

Podemos utilizar esta herramienta cuando se tenga la necesidad de destacar las causas de la problemática de una forma sistemática y planificar acciones al determinar la existencia de probables puntos de mejora.

## **Diagrama de Análisis del proceso o Cursograma analítico**

Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto, servicio, proceso o procedimiento, indicando todos los hechos sujetos a examen, mediante un

símbolo que corresponda. Podría tomar como base a la materia prima o al material, al equipo o maquinaria o al trabajador (Marsán, Cuesta, García y Padilla, 2008).

Para hacer constar en un cursograma todo lo referente a un trabajo resulta más fácil emplear una serie de símbolos uniformes que de manera conjunta sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos que se den.

Entre estos símbolos se encuentran:

- Operación. Indica las principales fases del proceso.
- Inspección. Cuando un objeto es examinado en cantidad o calidad.
- ⇒ Transporte. Movimiento de trabajadores, materiales y equipos.
- D Demora. Indica suspensión del trabajo no registrado.
- ▽ Almacenamiento. Indica depósito de un objeto bajo vigilancia.

A continuación, en la Figura 14 se muestra un ejemplo de un  
diagrama de análisis del proceso o cursograma analítico:

CURSOGRAMA ANALITICO		OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO				
DIAGRAMA núm. 2 HOJA núm. 1		R E S U M E N				
Objeto: Motores de autobus usados		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA	
ACTIVIDAD: Desmontar, desengrasar y limpiar antes de la inspección		OPERACION ○	4	3	1	
METODO: ACTUAL/PROPUESTO		TRANSPORTE ⇒	21	15	6	
LUGAR: Taller de desengrasado		ESPERA □	3	2	1	
OPERARIOS: A. B. FICHA núm. 1234		INSPECCION □	1	-	1	
C. D. 571		ALMACENAMIENTO ▽	1	1	1	
COMPUUESTO POR: R. Gutierrez y J. Soto		DISTANCIA (metros)	238,5	150	88,5	
APROBADO POR: L. M. B. FECHA: 11-11-55		TIEMPO (min.-hombre)	---	---	---	
		COSTO				
		MANO DE OBRA				
		MATERIAL				
		TOTAL	---	---	---	
DESCRIPCION	CAN. TIDAD	DIS. TAN. CIA (m.)	TIEM. PO (min.)	SIMBOLO		OBSERVACIONES
Almacenamiento en local de motores usados				○		
Motor recogido				⇒		
Transportado hasta taller de desmontaje		55		⇒		Grúa eléctrica monocarril
Descargado				○		
Desmontado				○		
Transportado hasta jaula de desengrasado		1		⇒		A mano
Colocado en jaula				○		Grúa
Transportado hasta desengrasadora		1,5		⇒		"
Colocado en desengrasadora				○		"
Desengrasado				○		"
Sacado de desengrasadora				○		"
Transportado desde desengrasadora		4,5		⇒		"
Descargado en tierra				○		"
Dejado enfriar				○		"
Transportado hasta bancos de limpieza		6		⇒		"
Limpiadas todas las piezas				○		"
Recogidas todas las piezas en bandejas especiales		6		⇒		"
Esperar transporte				○		"
Bandejas y bloque de los cilindros cargados en un carrillo				○		"
Transportados hasta el departamento de inspección de motores		76		⇒		En carrillo
Bandejas deslizadas hasta bancos de inspección y bloques hasta plataforma				○		"

Figura 14: Modelo de un diagrama de analisis de proceso

Fuente: Marsán et al. (2015)

### Diagrama de Ishikawa

Es una herramienta grafica que nos va a permitir detectar una oportunidad de mejora tras el análisis de las causas y efectos de un determinado problema, a través de una representación gráfica que permite su visualización. Otro nombre

conocido para este diagrama es el de espina de pescado por la forma de su imagen visual que adopta (Pérez y Morato, 2021).

En el diagrama, las causas principales deben desglosarse utilizando para ello las 6M, analizando así, en mayor detalle, en subcausas y estas a su vez en causas menores, algo que será útil para tomar acciones correctivas utilizando una herramienta como los cinco porqués.

En la siguiente figura se muestra un modelo del diagrama de Ishikawa o espina de pescado:

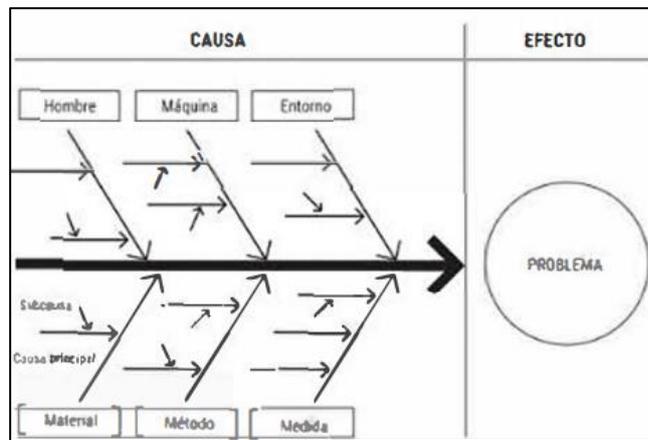


Figura 15: Modelo de una representación del diagrama de Ishikawa  
Fuente: Pérez y Morato (2021)

### Los cinco porqués

La metodología de esta herramienta consiste en analizar un determinado problema y a continuación hacernos la pregunta ¿Por qué? de forma escalonada. La primera respuesta, nos debe generar otro por qué, y así sucesivamente hasta llegar a la causa raíz del problema saliendo del estado superficial del análisis, es decir, consiguiendo un análisis más profundo. Esta herramienta es complementaria de otras herramientas (Pérez y Morato, 2021). Esta técnica es muy sencilla y resulta una fórmula eficaz para descubrir la raíz de un problema; además es compatible con otras herramientas y técnicas de solución de problemas y forma parte de las herramientas Lean.

En el siguiente gráfico se muestra un modelo de esta herramienta de resolución y análisis de problemas:



Figura 16: Modelo escalonado de los cinco porqués  
Fuente: Pérez y Morato (2021)

### 2.3 Definición de términos básicos

#### **Alcance**

“El Alcance del Proyecto está definido por todos los requisitos recopilados: el contrato y sus documentos relacionados, y está conformado por todas las necesidades, requerimientos y obligaciones bajo las cuales fue adjudicado” (Matos, 2018, p. 55).

#### **Calidad**

La calidad es la capacidad de generar un producto o servicio que cumpla con las especificaciones y requisitos dados por el cliente, así como brindar un valor agregado (Tarí, 2000).

#### **Cliente**

Según Socconini (2019) menciona que el cliente “es la persona o entidad destinataria de lo que se produce o se sirve, ya sea dentro o fuera de la organización” (p. 376).

#### **Consultoría**

La empresa Price Waterhouse Cooper (como se citó en Donoso,2021) define a la consultoría como:

Un servicio de asesoría especializada e independiente, al que recurren las empresas en diferentes industrias, con el fin de encontrar soluciones a uno o más de sus problemas de negocio o necesidades empresariales, que se sustenta en la innovación, la experiencia, el conocimiento, las habilidades de los profesionales, los métodos y las herramientas (p.21).

#### **Desperdicio**

“Es todo aquello que no agrega valor, y por el cual el cliente no está dispuesto a pagar. Los 7 tipos de desperdicios son: sobreproducción, espera, transporte, sobre

procesamiento o procesamiento incorrecto, inventario, movimiento, productos defectuosos o retrabajos” (Villaseñor y Galindo, 2007, p. 107).

### **Diagrama de flujo**

Es una forma de representación de manera visual de los procesos y procedimientos que siguen secuencialmente en una empresa, y donde se pueden incluir tiempos, decisiones, retrasos, entre otros (Socconini, 2019).

### **Eficiencia**

La eficiencia puede definirse como: “La optimización de un proceso que resulta del uso de un mínimo de recursos. No está necesariamente vinculada con un valor del cliente, pues un proceso puede ser eficiente, pero no efectivo” (Socconini, 2019, p. 377).

### **Entregable**

El entregable es el producto o servicio que recibe el cliente ya sea interno o externo al final de cada proceso (Lledó, Cucchi, Esquembre, Mercau y Rivarola, 2006).

### **Mejora continua**

La mejora continua de los procesos es una estrategia de la gestión empresarial que consiste en desarrollar mecanismos sistemáticos para mejorar el desempeño de los procesos y, como consecuencia, elevar el nivel de satisfacción de los clientes internos o externos y de otras partes interesadas. (Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega, 2020, p. 30)

### **Proceso**

El proceso se puede definir según señala Socconini (2019) como un “conjunto de actividades, material o flujo de información que transforman un conjunto de entradas en salidas previamente definidas” (p. 382).

### **Servicio**

“Los servicios son cualquier actividad o beneficio que una parte puede ofrecer a otra y que es básicamente intangible y no tienen como resultado la obtención de la propiedad de algo” (Kotler y Armstrong, 2003, p. 278).

### **Valor agregado**

Es un aspecto adicional en el producto o servicio que brinda un proveedor al cliente sobrepasando su requerimiento (Rajadell y Sánchez, 2010).

## **CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS**

### 3.1 Hipótesis

#### 3.1.1 Hipótesis principal

Mediante la aplicación de Lean Service mejora la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros.

#### 3.1.2 Hipótesis secundaria

- a) Mediante la aplicación del Kanban mejora el índice de desempeño del cronograma de proyectos en una empresa de servicios mineros.
- b) Mediante la aplicación del AMEF se reduce la cantidad de entregables no conformes de proyectos en una empresa de servicios mineros.
- c) Mediante la aplicación del Andon Control Visual mejora el seguimiento y control de proyectos en una empresa de servicios mineros.

### 3.2 Variables

#### 3.2.1 Variables independientes

- Kanban
- AMEF
- Andon Control Visual

#### 3.2.2 Variables dependientes

- Índice de desempeño del cronograma
- Entregables no conformes
- Seguimiento y control

#### 3.2.3 Indicadores

- Índice de desempeño del cronograma(SPI)
- % de entregables no conformes
- % aceptación

#### 3.2.4 Operacionalización de las variables

Tabla 7: Matriz de operacionalización de las variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN				
VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR	FÓRMULA	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Lean service	Si/no	Si/no	Es una filosofía para eliminar los desperdicios y variaciones en los servicios, asimismo, una metodología para detectar todos los limitantes de productividad en los procesos clave de servicios (Socconini, 2019)	Mediante la aplicación de las herramientas de mejora continua del Lean service se evaluará la implementación efectiva de la metodología.
Kanban	Si/no	Si/no	Es un dispositivo visual que controla el flujo de información y materiales, teniendo como función el controlar y mejorar los procesos (Cabrera,2012)	Mediante la medición del índice de desempeño del cronograma de proyectos se evaluará la implementación efectiva del Kanban.
AMEF	Si/no	Si/no	AmeF es una herramienta que permite identificar fallas en procesos y evaluar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de detección para evitar su ocurrencia (Socconini, 2019)	Mediante la medición del indicador del nivel de % de entregables no conformes se evaluará la implementación efectiva del AMEF
Andon Control Visual	Si/no	Si/no	Andon es una señal que incorpora elementos visuales, auditivos y de texto que sirven para notificar problemas de calidad o paradas por ciertos motivos (Benalcázar, 2021).	Mediante la medición del indicador del % de Aceptación se evaluará la implementación efectiva del Andon Control Visual.
VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Gestión de proyectos	Si/no	Si/no	Es la disciplina de utilizar principios, procedimientos y políticas establecidos para guiar exitosamente un proyecto (Project Management Institute, 2017)	Para medir la gestión de proyectos, se establecerán parámetros como el cumplimiento del cronograma, la calidad de los entregables y el monitoreo del desarrollo de los proyectos, así como los costes asociados.
Índice de desempeño del cronograma	Índice de desempeño del cronograma - SPI (semanal)	$\frac{\text{Valor ganado (EV)}}{\text{Valor planificado (PV)}}$	Es una medida del valor ganado que nos señala con qué nivel de eficiencia se está realizando el trabajo planificado (Guía del Pmbok)	Para medir el cumplimiento de avance en los tiempos del proyecto, se obtendrán los datos del indicador comparando el valor del trabajo realizado con el costo presupuestado
Entregables no aprobados	% Entregables no conformes (mensual)	$\frac{\text{Entregables No conformes}}{\text{Total de entregables}} \times 100$	Son los informes y planos de un proyecto que no satisfacen con los requerimientos y especificaciones del usuario. Fuente: Definición propia.	Al finalizar el proyecto se hace entrega de los informes y planos al cliente, el cual aprueba o desaprueba los entregables y se evaluará el % de entregables no aprobados con respecto al total de informes entregados.
Seguimiento y Control	% Aceptación (Semestral)	$\frac{\text{Puntaje de aceptación}}{\text{Puntaje máximo}} \times 100$	Fase de la gestión de proyectos que contribuye con el desarrollo del proyecto y suministra información para realizar una correcta toma de decisiones. (Lledo,Rivarola,Mercau,Cucchi y Esquembre, 2006)	Se realiza una evaluación en base a 06 criterios para valorar la aceptación del proceso de seguimiento y control de proyectos por las partes interesadas.

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 4.1 Tipo y nivel

#### 4.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación del estudio es aplicada, dado que usa conocimientos, técnicas y herramientas correspondientes a Lean Service con la finalidad de propiciar la mejora de la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros.

Este tipo de investigación pretende utilizar conocimientos o marco teórico adquirido. Es la búsqueda, análisis e implementación de un conocimiento previa a cuestiones concretas, y no tiene como propósito desarrollar nuevas teorías (Behar, 2008).

#### 4.1.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo, dado que se hace una descripción al estado actual y problemática que se presenta en la gestión de proyectos de la empresa, y se detalla la aplicación de las herramientas de Lean Service dando como consecuencia la mejora en este proceso.

Los estudios explicativos van más allá de describir fenómenos o conceptos y sus relaciones; más bien, están orientados a dar respuesta por las causas de estos fenómenos ya sean sociales o físicos. Como lo manifiesta su nombre, la importancia de estos estudios, es explicar el porqué de la ocurrencia de un fenómeno o evento, explicar las condiciones en la que se muestran, o cómo es que se relaciona las variables del estudio (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

### 4.2 Enfoque de la investigación

El enfoque es cuantitativo, dado que los datos recolectados serán procesados con herramientas estadísticas para medir los hechos, materia de investigación, con el fin de probarlos.

Un enfoque cuantitativo considera las mediciones numéricas en forma de recopilación de data y su análisis posterior, como base dentro del proceso investigativo, donde se utilizan herramientas de análisis estadístico. Se considera el concepto de investigación, los cuestionamientos del estudio, formulación de los objetivos e hipótesis, elección de las variables, y a través de cálculos se contrastan las hipótesis (Cortes y Iglesias, 2004).

#### 4.3 Diseño de la investigación

La investigación tiene un diseño experimental en su modalidad cuasi experimental, por cuanto se manipulará intencionalmente la variable independiente del estudio con la finalidad de producir efectos sobre la otra variable, realizando las mediciones y observaciones del caso.

El diseño experimental utiliza el método inductivo para dar una relación directa o inversa entre variables diferentes para comprobar el grado de veracidad de la hipótesis de estudio, modelo o ley, por medio de un control en el experimento realizado (Baena, 2017).

Para Hernández et al. (2014) los diseños del tipo cuasi experimental se caracterizan por manipular de una manera deliberada por lo menos una variable independiente, para posteriormente analizar y evaluar los efectos que se dan en las variables dependientes.

#### 4.4 Método de la investigación

El método de investigación es científico, dado que se trata de una investigación controlada y empírica de los hechos, guiada por los conceptos y conocimientos para establecer la relación entre las variables de estudio.

El método científico, tiene la finalidad de revelar la existencia de procesos objetivos, profundizar los conocimientos adquiridos, mostrar sus relaciones y demostrar su rigor racional, haciendo comprobaciones durante la experimentación con las técnicas que sean necesarias (Cabezas, Andrade y Torres, 2018).

#### 4.5 Población y muestra

##### **Variable dependiente 1: Índice de desempeño del cronograma**

##### **Población**

La población pre fue correspondiente a los 25 proyectos del área de ingeniería que iniciaron en el mes de agosto del 2021 y que culminaron antes de finales de enero del 2022.

La población post fue correspondiente a los 30 proyectos del área de ingeniería que iniciaron en el mes de abril del 2022 y que culminaron antes de finales de setiembre del 2022.

##### **Muestra**

La muestra pre fue de clase no probabilística, se seleccionó a 9 proyectos del área de ingeniería enfocados en el análisis de integridad estructural los cuales tienen similares características respecto a presupuesto, alcance, entregables y cronograma,

que iniciaron en el mes de agosto del 2021 y que culminaron antes de finales de enero del 2022.

La muestra post fue de clase no probabilística, se seleccionó a 9 proyectos del área de ingeniería enfocados en el análisis de integridad estructural los cuales tienen similares características respecto a presupuesto, alcance, entregables y cronograma, que iniciaron en el mes de abril del 2022 y que culminaron antes de finales de setiembre del 2022.

### **Variable dependiente 2: Entregables no conformes**

#### **Población**

La población pre fue correspondiente a los 25 proyectos del área de ingeniería que iniciaron en el mes de agosto del 2021 y que culminaron antes de finales de enero del 2022.

La población post fue correspondiente a los 30 proyectos del área de ingeniería que iniciaron en el mes de abril del 2022 y que culminaron antes de finales de setiembre del 2022.

#### **Muestra**

La muestra pre fue de clase no probabilística, se seleccionó a 9 proyectos del área de ingeniería enfocados en el análisis de integridad estructural los cuales tienen similares características respecto a presupuesto, alcance, entregables y cronograma, que iniciaron en el mes de agosto del 2021 y que culminaron antes de finales de enero del 2022.

La muestra post fue de clase no probabilística, se seleccionó a 9 proyectos del área de ingeniería enfocados en el análisis de integridad estructural los cuales tienen similares características respecto a presupuesto, alcance, entregables y cronograma, que iniciaron en el mes de abril del 2022 y que culminaron antes de finales de setiembre del 2022.

### **Variable dependiente 3: Seguimiento y control**

#### **Población**

La población pre y post estuvo representada por el personal directamente involucrado en la dirección y gestión de los proyectos, siendo estos el personal gerencial, jefaturas y administrativos correspondientes a un total de 6 colaboradores.

#### **Muestra**

La muestra pre y post estuvo representada por el personal directamente involucrado en la dirección y gestión de los proyectos, siendo estos el personal gerencial, jefaturas y administrativos correspondientes a un total de 6 colaboradores.

#### 4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

##### 4.6.1 Tipos de técnicas e instrumentos

Para el presente estudio hemos seleccionado las técnicas e instrumentos presentados en la Tabla 8 para la recolección de datos de cada una de las variables dependientes:

Tabla 8: Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

ITEM	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
1	Índice de desempeño del cronograma	Índice de desempeño del cronograma (SPI)	Análisis documental	Registro de contenido de la documentación
			Observación directa	Guía de observación del indicador
2	Entregables no conformes	% Entregables	Análisis documental	Registro de contenido de la documentación
		no conformes	Observación directa	Guía de observación del indicador
3	Seguimiento y Control	% Aceptación	Encuesta	Escala de Likert

Fuente: Elaboración propia.

- Encuesta: Se realizó una encuesta de valoración a las partes interesadas de los proyectos, sobre la perspectiva que tienen sobre las herramientas que maneja la empresa para el seguimiento y control de proyectos, utilizando como instrumento la Escala de evaluación Likert.
- Observación directa: Análisis directo de las actividades correspondientes al proceso haciendo uso como instrumento de los registros de observación de proceso de la gestión de proyectos en sus distintas fases.
- Análisis documental: Revisión y análisis de la documentación teniendo como instrumentos los registros de contenido de los avances en el cronograma de los proyectos, tiempos y horas estimadas por actividad y entregable, estatus de documentación, entre otros.

Hernández y Duana (2020) afirman que en toda investigación se debe considerar necesariamente las técnicas y los instrumentos para asegurar el hecho empírico de nuestro estudio. El empleo de técnicas de recolección de

información es una fase donde se observa y analiza a detalle la data para su posterior transformación y selección de información útil, la cual favorece para la toma de decisiones.

#### 4.6.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

##### a) Índice del desempeño del cronograma - SPI

En nuestra investigación se tiene un criterio de validez y confiabilidad del instrumento conferido por juicio de expertos, se cuenta con los documentos iniciales como el alcance de trabajo y el cronograma proyectado los cuales contienen los tiempos programados de entrega ofrecidos y acordados con el cliente, así como también se tienen registrados los Transmittal que contienen documentos finales entregados, ello permitió realizar una comparativa entre el tiempo programado y lo realmente utilizado.

Cabe indicar que los datos obtenidos fueron proporcionados por el área de gestión de proyectos de la empresa para el análisis correspondiente, por lo que son datos reales y registrados en los archivos correspondientes.

##### b) Entregables - % de entregables no conformes

En nuestra investigación se tiene un criterio de validez y confiabilidad del instrumento conferido por juicio de expertos, dado que, se tienen registrados los documentos recibidos (Transmittal y entregables revisados) donde el cliente indica la no aprobación de los informes y planos.

Cabe indicar que los datos obtenidos fueron proporcionados por el área de gestión de proyectos de la empresa para el análisis correspondiente, por lo que son datos reales y registrados en los archivos correspondientes.

##### c) Seguimiento y control - % de avance

Es de uso frecuente en los trabajos de investigación la evaluación de los instrumentos mediante el juicio de expertos como método de validación, es así que para esta variable se realizó una escala de evaluación para lo cual fue necesario la aplicación del criterio de validez por medio del juicio de expertos. En el Anexo 3 se presenta los instrumentos utilizados, así como la validación de estos a través del juicio de expertos.

Estos instrumentos empleados son confiables ya que permiten almacenar toda la información que sirve para analizar la situación actual y problemática, para poder determinar la relación de las variables en el próximo capítulo del presente estudio.

#### 4.6.3 Procedimientos para la recolección de datos

Para las variables dependientes 1 y 2, mediante la observación directa, se hizo un seguimiento al proceso, en cuanto a las reuniones ejecutadas, avances diarios de las actividades y se elaboraron flujogramas y diagramas de operaciones.

Por otro lado, los datos fueron recopilados de la base de datos del área de Gestión de Proyectos, de los reportes elaborados para el envío al cliente y los registros de Transmittal, donde se evidenció el avance de cada proyecto ejecutado, los cronogramas realizados al recibir el alcance del servicio y el estatus de aprobación de los entregables. Estos datos fueron obtenidos de archivos de Microsoft Excel y Microsoft Project, de donde se tomaron los datos de agosto 2021 a enero 2022 para las muestras pre y de marzo 2022 a agosto 2022 para las muestras post, a través de, los registros de contenido de los procesos, utilizando la técnica de análisis documental.

En lo que corresponde a la tercera variable dependiente, los datos se recabaron mediante la ejecución de una Escala de evaluación, a 6 empleados del área de proyectos e ingeniería, diseñada en un formulario de Google y realizada para los periodos antes y después de la aplicación de las herramientas los días 30 de enero del 2022 y 29 de setiembre del 2022 respectivamente.

#### 4.7 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

La técnica que se utilizó en el procesamiento de la información fue la estadística descriptiva, que consiste en “un conjunto de procedimientos que tiene por objeto mostrar los datos en gráficas, tablas y diagramas de tal forma que sea más fácil su entendimiento” (Levin y Rubin, 1996, p.06).

La información recopilada durante el estudio fue trasladada a una base de datos para ser procesadas mediante las siguientes herramientas:

Se utilizó Excel 2016 para el análisis de los datos.

Se utilizó Bizagi para la realización de flujogramas y simulación del proceso.

Se empleó Microsoft Project para analizar las tareas y actividades secuenciales, así como sus tiempos.

Se utilizó IBM SPSS versión 27, para la validación de nuestra hipótesis, en el cual los datos fueron ordenados de tal forma que puedan ser leídos y procesados por el programa.

Finalmente, se presentó los resultados a través de tablas y gráficos para el análisis estadístico de la información obtenida, lo cual nos permite realizar las pruebas necesarias para contrastar las hipótesis (análisis de tipo descriptivo).

## CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Presentación de resultados

#### 5.1.1 Descripción de la empresa

La empresa en estudio, cuenta con 10 años de experiencia en el mercado en el rubro de consultoría minera, con sede en Lima Metropolitana. Desarrolla e implementa proyectos de soluciones integrales en ingeniería estructural para la industria minera, para lo cual ofrece principalmente los siguientes servicios:

- Ingeniería conceptual
- Ingeniería básica
- Ingeniería de detalle
- Simulación DEM
- Simulación FEM
- Simulación CFD
- Piping
- Topografía
- Estudio de suelos
- Monitoreo de esfuerzos y deformaciones
- Análisis modal operacional
- Análisis de integridad estructural

Todo ello aplicado a activos fijos mineros como edificios de estructuras metálicas, zarandas, chutes, molinos SAG, molinos de bolas, espesadores, fajas transportadoras y chancadoras; las cuales sufren problemas de altos niveles de vibración, fractura de elementos principales, corrosión, fatiga, desgaste, y necesidad de cambio constante de elementos secundarios.

Tiene clientes en Perú, Ecuador y Argentina, siendo los principales: la Compañía Minera Chinalco Perú, Sociedad Minera El Brocal, Gold Fields La Cima S.A, Southern Peru Copper Corporation, Mansfield Minera S.A y Agroazucar Ecuador S.A.

Su diferenciación en el mercado se basa en que integra el análisis estructural con la medición vibracional; el análisis estructural consiste en evaluar una estructura para asegurarla frente a eventos de fractura, fatiga, fluencia y corrosión; y las mediciones vibracionales son el principal proceso de testeo para caracterizar una estructura en un software 3d brindando datos inmediatos

para diagnosticar el estado de la estructura. Ello brinda mayor confiabilidad en detectar las causas bases de los problemas y con ello dar soluciones efectivas.

En la Figura 17 se presenta el diagrama de entrada – proceso – salida de las operaciones de la empresa:



Figura 17: Diagrama de entrada – proceso – salida de la empresa  
Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.2 Estructura de la empresa



Figura 18: Organigrama de la empresa  
Fuente: Área de Recursos Humanos

### 5.1.3 Mapa de procesos

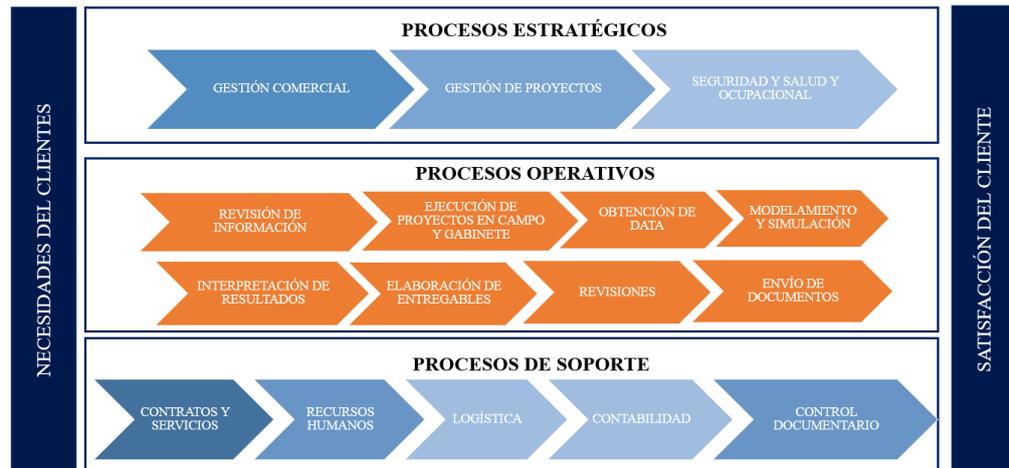


Figura 19: Mapa de procesos de la empresa

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.4 Descripción del desarrollo actual de los proyectos en la empresa

Todo proyecto que realiza la empresa pasa por las 5 etapas que se describen a continuación:

#### **Inicio**

Un proyecto inicia cuando se genera una orden de servicio (O.S), para lo cual el área comercial entrega al área de gestión de proyectos el alcance y requerimientos ofrecidos y acordados con el cliente.

#### **Planificación**

El área de gestión de proyectos establece recursos de manera preliminar y desarrolla un cronograma general de las actividades, los requerimientos de datos necesarios que deberá brindar el cliente (documento de RFI), así como las facilidades respectivas en campo.

El área de gestión de proyectos convoca a un Kick Off Meeting (KOM) con el cliente para difundir estas condiciones generales de trabajo.

Luego del KOM, el área de gestión de proyectos realiza una reunión interna donde participa mínimamente un personal de todas las áreas de trabajo, en esta reunión se hace la difusión del alcance del proyecto, las actividades generales para el cumplimiento del alcance, y las actividades específicas que cumplirá cada área de la empresa, esto para empoderar a cada responsable, finalmente se realiza la asignación del personal y se difunde a través de correo.

## **Ejecución**

- **Gestión de movilización**

El área de recursos humanos realiza la habilitación del personal de acuerdo con los requerimientos previamente establecidos por mina, que consisten en cursos de inducción general y específicos de seguridad según sea el caso; además se registran los exámenes médicos del personal en la plataforma asignada por mina.

- **Elaboración de documentos de seguridad y medio ambiente**

El área de gestión de proyectos brinda los estándares proporcionados por mina al área de seguridad, para la elaboración de la documentación tales como pets, iperc línea base, y los formatos para llevar a campo.

- **Preparación para la recopilación de información**

El área de ingeniería analiza el problema con los consultores internos y generan una lista de posibles causas y soluciones, en base a este análisis inicial se detallan los estudios a realizar en campo para su posterior análisis detallado, como resultado de esta consultoría interna se desarrollan los documentos hojas de ruta y planes de trabajo.

El área de ingeniería prepara los equipos y herramientas junto con el área logística para la movilización y este último realiza el contrato para el hospedaje y la alimentación para los días de trabajo en campo, ejecutándose posterior a ello la movilización.

- **Trabajos en campo**

El área de Seguridad e ingeniería inician con el seguimiento para aprobación de los documentos de seguridad y reconocimiento del terreno. Luego de tener toda la documentación aprobada el personal técnico especialista inicia la instalación de sensores, medición con equipos, y la toma de datos de los puntos necesarios para el procesamiento de la información según hoja de ruta. Luego de recopilar toda la data, se hace un procesamiento básico para comprobar la idoneidad de los datos tomados. Finalmente, recursos humanos procede con la desmovilización.

- **Procesamiento de información**

El área de ingeniería realiza el análisis estructural, análisis vibracional y otros, con la data obtenida de campo.

El análisis estructural inicia con el modelamiento 3D que se realiza con los planos de construcción y se actualiza con los datos registrados en campo, mediciones geométricas y fotografías, y finalmente se calibra con los datos procesados del análisis vibracional.

El análisis vibracional requiere principalmente el procesamiento de espectros de vibración ODS y OMA que consiste en la integración de todos los sensores en un solo modelo para obtener los modos de vibración.

- **Elaboración de entregables**

Luego de procesar la data, el personal técnico revisa las causas probables que originaron las fallas y se realiza el estudio para determinar dicha causa; en base a esta causa se realizan propuestas de solución y dichas propuestas se conversan con el cliente para determinar la propuesta final de solución.

Finalmente, ingeniería elabora el informe de recopilación de trabajos realizados de acuerdo con lo indicado en el alcance y los planos de la propuesta solución. Para exponer estos trabajos gestión de proyectos coordina una reunión de exposición de los trabajos con el cliente y luego de ello envía todos los informes y planos generados para su aprobación.

### **Seguimiento y control**

Gestión de proyectos supervisa de manera general el cumplimiento del cronograma establecido inicialmente y reporta a la gerencia el estatus de cada proyecto.

### **Cierre del servicio**

Gestión de proyectos hace un seguimiento de la aprobación de entregables hasta obtener la conformidad del cliente, si los entregables son rechazados el área de ingeniería realiza el levantamiento de observaciones para que finalmente pase al área de contratos y servicios y realice el documento final de valorización.

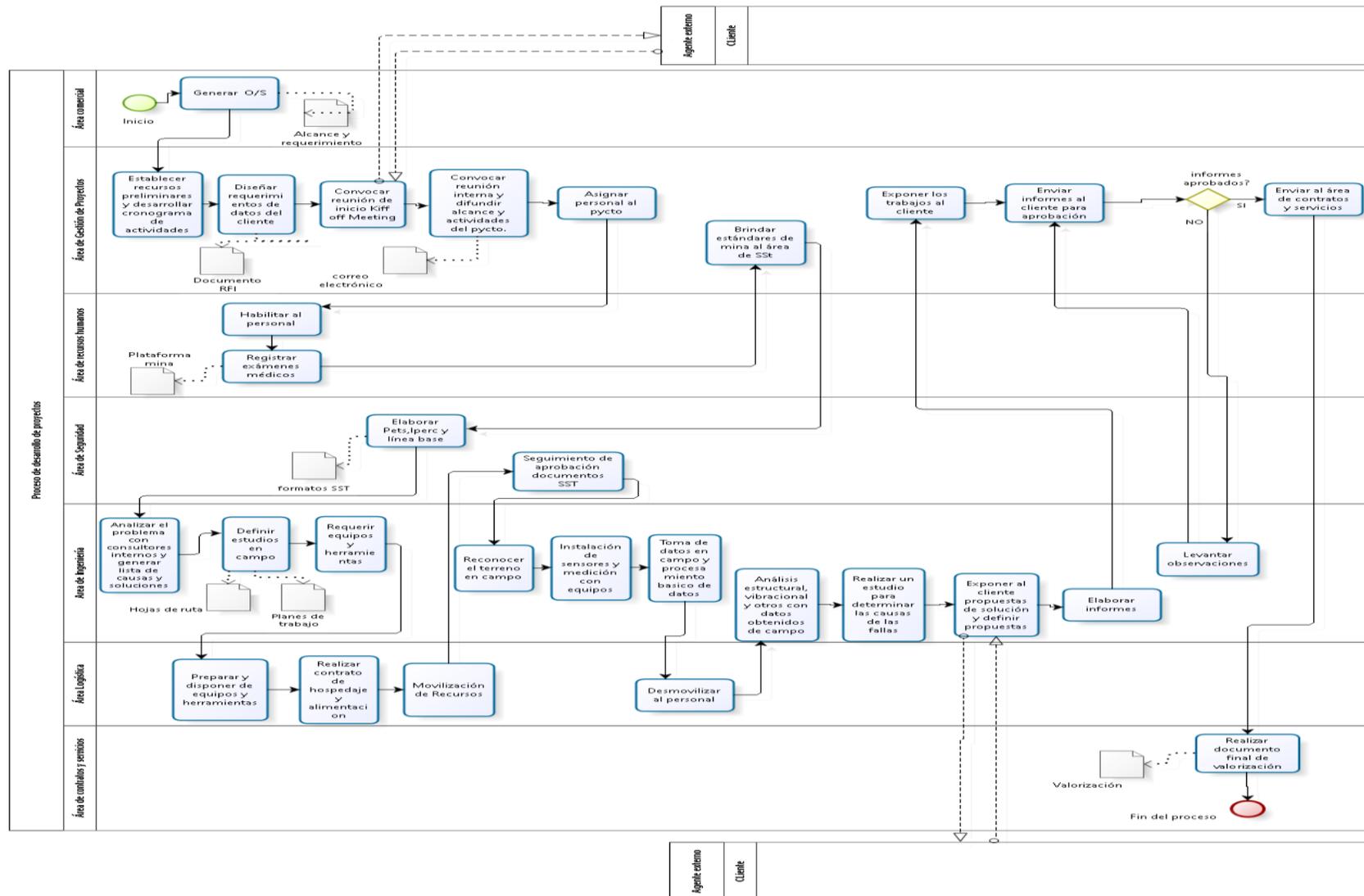


Figura 20: Diagrama de flujo de desarrollo del proyecto de la empresa.

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 9 se muestra el proceso general del desarrollo del proyecto con los tiempos que ocupa, desde la etapa de planificación del proyecto hasta la finalización de la elaboración de informes y planos.

Tabla 9: Proceso general de desarrollo de proyectos

PROCESO GENERAL: DESARROLLO DEL PROYECTO						
ACTUAL						
ITEM	ÁREA	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	PREDECESOR	TIPO OPERACIÓN	TIEMPO (HORAS)
A	GESTION DE PROYECTOS	PLANNER / COORDINADOR DE PROYECTO	PLANIFICACION DEL PROYECTO	-	operación	4.00
B	GESTION DE PROYECTOS	PLANNER/ COORDINADOR DE PROYECTO	KOM INTERNO	A	operación	4.00
C	GESTION DE PROYECTOS	PLANNER/COO RDINADOR DE PROYECTO	KOM CON EL CLIENTE	B	operación	2.00
D	RECURSOS HUMANOS	ASISTENTE DE RRHH	HABILITACION DE PERSONAL	C	operación	24.00
E	SEGURIDAD	SSOMA	ELABORACION DE DOCUMENTOS DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	C	operación	40.00
F	INGENIERIA	ANALISTA MECÁNICO / CONSULTOR	ELABORACION DE HOJAS DE RUTA Y PLAN DE TRABAJO	C	operación	4.00
G	LOGISTICA	ASISTENTE LOGISTICO	PREPARACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	F	operación	8.00
H	INGENIERIA	PERSONAL DE CAMPO	MOVILIZACION DE PERSONAL	D,E,G	operación	8.00
I	INGENIERIA	PERSONAL DE CAMPO	TRABAJOS EN CAMPO	H	operación	48.00
J	INGENIERIA	PERSONAL DE CAMPO	DESMOVILIZACION DE PERSONAL	I	operación	8.00
K	INGENIERIA	ANALISTA MECÁNICO	PROCESAMIENTO DE INFORMACION	J	operación	116.00
L	INGENIERIA	ANALISTA MECÁNICO	GENERACION DE PROPUESTAS DE SOLUCION	K	operación	73.00
M	INGENIERIA	ANALISTA MECÁNICO / CADISTA	ELABORACION DE INFORMES Y PLANOS	L	operación	200.00

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Figura 21 se presenta el diagrama de red con la ruta crítica obtenidos con las etapas del desarrollo del proyecto:

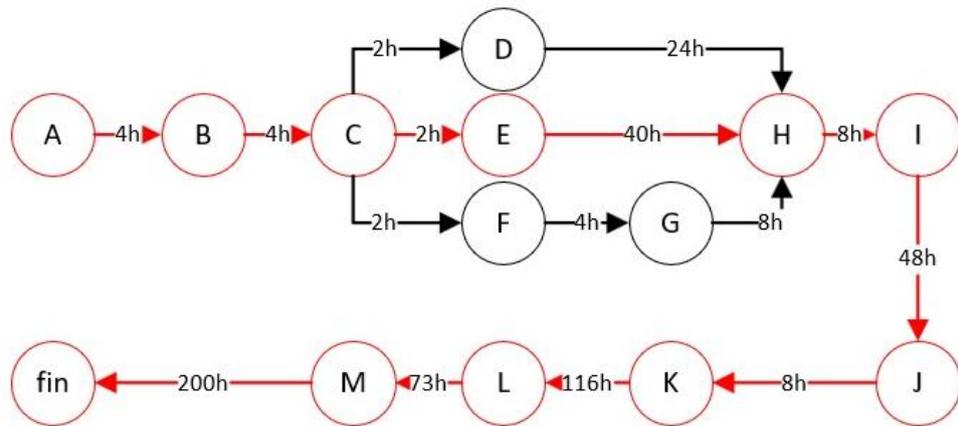


Figura 21: Ruta crítica del desarrollo de proyectos.

Fuente: Elaboración propia

Este diagrama señala cuál es la ruta en la que alguna alteración afecta directamente al tiempo del cronograma del proyecto, ya sea de manera positiva o negativa.

### 5.1.5 Diagnóstico situacional del proceso de gestión de proyectos de la empresa

#### Objetivo específico 01

Situación pre test:

Con la información registrada en los Gantt programados y reales de los proyectos ejecutados en el periodo de agosto del 2021 a enero del 2022, se obtuvieron los valores del índice de desempeño del cronograma con la siguiente fórmula:

$$\text{índice de desempeño del cronograma (SPI)} = \frac{\text{valor ganado (EV)}}{\text{valor planificado (PV)}}$$

Donde:

Si  $SPI < 1$ ; el proyecto está retrasado respecto a lo planificado

$SPI = 1$ ; situación de estabilidad, el proyecto marcha según lo planificado

Si  $SPI > 1$ ; el proyecto está adelantado respecto a lo planificado

Tabla 10: Índice de desempeño del cronograma de los proyectos (agosto 2021 a enero 2022)

<b>SEMANA</b>	<b>ÍNDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA</b>	<b>SEMANA</b>	<b>ÍNDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA</b>
Semana 33	1.00	Semana 45	0.68
Semana 34	0.99	Semana 46	0.68
Semana 35	0.94	Semana 47	0.67
Semana 36	0.87	Semana 48	0.71
Semana 37	0.83	Semana 49	0.69
Semana 38	0.82	Semana 50	0.79
Semana 39	0.83	Semana 51	0.79
Semana 40	0.80	Semana 52	0.86
Semana 41	0.82	Semana 53	0.97
Semana 42	0.90	Semana 54	1.00
Semana 43	0.80	Semana 55	1.00
Semana 44	0.76	Semana 56	1.01

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 10 se muestran los valores semanales del SPI durante el desarrollo de los proyectos, donde podemos observar que en la mayoría de las semanas dichos valores son menores a 1, lo que indica que en promedio los proyectos han tenido retrasos al no cumplir con lo programado.

Se revisaron los Gantt semana a semana de cada proyecto comparando el tiempo programado versus el tiempo real que tomó realizar cada proceso y se detectaron aquellos que se retrasaron, las frecuencias de recurrencia de estos retrasos se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11: Frecuencia de atrasos según procesos para los proyectos del periodo en estudio.

<b>ITEM</b>	<b>PROCESO DE DESARROLLO DE PROYECTOS</b>	<b>FRECUENCIA</b>
1	ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	5
2	PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN OBTENIDA EN CAMPO	17
3	GENERACIÓN DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN	8
4	ELABORACIÓN DE INFORMES Y PLANOS	9
5	TRABAJOS EN CAMPO	2
6	MOVILIZACIÓN DE PERSONAL	1
7	KOM CON EL CLIENTE	1

Fuente: Elaboración propia.

Se elaboró un diagrama de Pareto para identificar las actividades que representan el 80% de los retrasos, siendo estas los ítems 2, 4 y 3 como se muestra en la Figura 22:

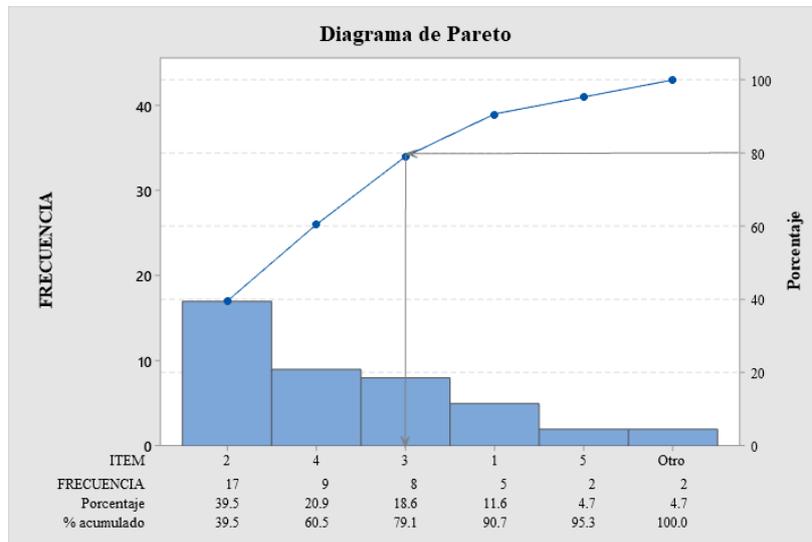


Figura 22: Diagrama de Pareto de las actividades con retraso.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realizó Una descripción y análisis de los 03 procesos que generaron mayor retraso en los proyectos y su respectivo DAP con los tiempos promedio de los 9 proyectos en estudio:

- Retrasos en el procesamiento de información obtenida de campo: Para el análisis de información generalmente se sigue la siguiente secuencia de pasos: generación de modelo 3d, asignación de condiciones de trabajo, calibración de modelo, réplica de falla, propuesta de solución, comprobación de propuesta de solución. De estas etapas, ocurren mayores retrasos en la calibración de modelo, réplica de falla y propuesta de solución debido a que no hay una ponderación de consumo de tiempo – beneficio de la profundidad del estudio, es decir, los estudios se pueden alargar en el tiempo innecesariamente. Además, el tener personal ocupado en otros proyectos provoca un atraso en el tiempo de generación y calibración de modelos, a esto se suma la falta de capacitación del personal asignado y la falta de estandarización de los procesos de análisis. Por último, al iniciar este proceso, hay un atraso porque el personal no conoce el alcance del proyecto, los procesos para culminar este alcance, ni su nivel de participación en el proyecto.

Tabla 12: DAP del procesamiento de información en campo

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO											
Diagrama No. 01 Hoja No. 01		RESUMEN									
Objetivo: Análisis de actividades del proceso		ACTIVIDAD	CANTIDAD		TIEMPO	SIMBOLO					
		Operación	15		59.00	○					
Proceso analizado: Procesamiento de información obtenida en campo		Transporte	1		0.50	➡					
		Espera	3		30.00	D					
Método: DAP Actual ■ Propuesto □		Inspección	2		11.00	□					
		Inspección/ Operación	3		25.00	⊗					
		Almacenamiento	1		0.50	▽					
		<b>Resumen de actividades</b>	<b>25</b>								
Operario:		Tiempo (hr/hombre)			116.00						
Localización:		Distancia (m)									
Elaborado por:	Fecha:	Comentarios									
Marco Morales Jessenia Janampa											
Aprobado por:	Fecha:										
Descripción de la actividad	Cantidad	Distancia	Tiempo (horas)	Símbolo						Observaciones	
				○	➡	D	□	⊗	▽		
Revisar planos e informes enviados por el cliente	1		6.00								
Enviar RFI para datos faltantes	1		0.50								
Esperar respuesta del cliente	1		16.00								
Cargar la data obtenida de campo a la nube	1		2.00								
Esperar copia completa de archivos	1		8.00								
Analizar y determinar las causas de falla de los reportes recibidos	1		12.00								
Determinar las coordenadas globales en software de modelamiento (pisos, ancho, largo)	1		0.50								
Modelar los elementos principales	1		4.00								
Modelar los elementos secundarios	1		4.00								
Limpiar y simplificar el modelo	1		4.00								
Almacenar modelo 3d generado	1		0.50								
Análisis vibracional	1		16.00								
Cargar al sharepoint modelo 3d para iniciar con simulación	1		0.50								
Importar modelo 3d a programa de simulación	1		0.50								
Revisar y corregir fallas de importación	1		4.00								
Aplicar las cargas en modelo 3d para simulación	1		3.00								
Detectar errores de modelamiento mediante simulación fem	1		5.00								
Comparar lo medido vs lo simulado	1		1.00								En la planeación se considera que esta actividad se realiza una sola vez.
Revisar y ajustar el modelo 3d para que coincida con lo medido	1		6.00								En la planeación se considera que esta actividad se realiza una sola vez.
Comparar lo medido vs lo simulado	1		3.00								
Revisar y ajustar el modelo 3d para que coincida con lo medido	1		15.00								
Espera por asignación a otro proyecto	1		6.00								Al ser el técnico especialista indispensable por sus conocimientos, se le asignó a otro proyecto interrumpiendo sus labores en el proyecto analizado.
Replicar falla mediante FEM	1		6.00								
Replicar falla mediante FEM (nueva prueba)	1		18.00								En la planeación se considera que esta actividad se realiza una sola vez.
Enviar para generar propuesta de solución	1		0.50								
	<b>25</b>		<b>116.00</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 12 , para el procesamiento de información obtenida de campo se tiene un tiempo promedio total de 116.00 horas/proyecto, equivalente a 14.5 días/proyecto.

- Retrasos en la generación de propuestas de solución: Como parte de proyecto, luego del procesamiento de información se proponen refuerzos para evitar que el problema vuelva a ocurrir y se realiza una comprobación para estas propuestas.

Tabla 13: DAP de la generación de propuestas de solución

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO										
Diagrama No. 02 Hoja No. 01		RESUMEN								
Objetivo: Análisis de actividades del proceso		ACTIVIDAD	CANTIDAD		TIEMPO	SIMBOLO				
		Operación	7		50.00	○				
Proceso analizado: Generación de propuestas de solución	Transporte	1		1.00	➡					
	Espera	1		8.00	D					
Método: DAP Actual ■ Propuesto □	Inspección	2		14.00	□					
	Inspección/ Operación	0		0.00	◻					
	Almacenamiento	0		0.00	▽					
		<b>Resumen de actividades</b>	<b>11</b>							
Operario:	Tiempo (hr/hombre)			73.00						
Localización:	Distancia (m)									
Elaborado por: Marco Morales Jessenia Janampa	Fecha:	Comentarios								
Aprobado por:	Fecha:									
Descripción de la actividad	Cantidad	Distancia	Tiempo (horas)	Símbolo						Observaciones
				○	➡	D	□	◻	▽	
Desglose de las funciones del refuerzo a implementar	1		6.00	●						
Alternativas de dispositivo para cada función	1		6.00	●						
Generar matriz morfológica y obtener 3 soluciones	1		4.00	●						
Hacer un análisis de cada solución	1		14.00	●						En la planeación se considera que esta actividad se realiza una sola vez.
Revisión de resultados de las 3 soluciones	1		8.00				●			En la planeación se considera que esta actividad se realiza una sola vez.
Realizar modificación a las 3 soluciones	1		4.00	●						En la planeación se considera que esta actividad se realiza una sola vez.
Espera por asignación a otro proyecto	1		8.00				●			
Hacer un análisis de cada solución	1		14.00	●						
Revisión de resultados de las 3 soluciones	1		6.00				●			
Realizar modificación a las 3 soluciones	1		2.00	●						
Enviar solución para elaboración de informes y planos	1		1.00				●			
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>		<b>73.00</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 13, para la generación de propuestas de solución se tiene un tiempo promedio total de 73 horas/proyecto, equivalente a 9.125 días/proyecto.

- Retrasos elaboración de informes y planos: Luego de realizados los análisis, se recopilan todos los trabajos en informes técnicos, esta recopilación tiene atrasos debido al deficiente registro de trabajos realizados, a la corrección de problemas de redacción, problemas de estandarización de estructura de informe. Las propuestas de solución son plasmadas en planos, los cuales tienen atrasos a causa de la falta de difusión de los estándares de dibujo y falta de capacitación.

Tabla 14: DAP de la elaboración de informes y planos

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO									
Diagrama No. 03 Hoja No. 01		RESUMEN							
Objetivo: Análisis de actividades del proceso		ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	SIMBOLO				
Proceso analizado: Elaboración de informes y planos.		Operación	14	178.50	○				
Método: DAP		Transporte	1	0.50	➡				
Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>		Espera	1	8.00	D				
		Inspección	1	13.00	□				
		Inspección/ Operación	0	0	◻				
		Almacenamiento	0	0	▽				
		<b>Resumen de actividades</b>	<b>17</b>	<b>200.00</b>					
Operario:		Tiempo (hr/hombre)							
Localización:		Distancia (m)							
Elaborado por: Marco Morales Jessenia Janampa		Fecha:							
Aprobado por:		Fecha:							
		Comentarios							
Descripción de la actividad	Cantidad	Distancia	Tiempo (horas)	Símbolo					Observaciones
Importar modelo 3d a software	1		0.50	○					
Limpieza de plantilla de plano y determinación de plumas	1		12.00	○					
Generar las vistas principales y de corte	1		20.00	○					
Limpieza y corrección de vistas de modelo 3d	1		15.00	○					Actividad no planificada.
Completar los detalles de vistas de modelo 3d	1		20.00	○					Actividad no planificada.
Generar las vistas de detalle	1		21.00	○					
Limpieza y corrección de vistas de modelo 3d	1		12.00	○					Actividad no planificada.
Completar los detalles de vistas de modelo 3d	1		20.00	○					Actividad no planificada.
Espera por asignación en otro proyecto	1		8.00						
Realizar un cuadro de comentarios según corresponda	1		8.00						
Acotar las vistas principales	1		15.00	○					
Acotar las vistas de corte	1		12.00	○					
Acotar las vistas de detalle	1		12.00	○					
Generar un cuadro de metrado	1		11.00	○					
Revisión general del formato	1		13.00						
Elaboración de informe	1		40.00						
Envío al cliente	1		0.50						
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>		<b>200.00</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 14, para la elaboración de informes y planos se tuvo un tiempo promedio total de 200 horas por 5 planos (promedio), equivalente a 25 días/ proyecto.

A continuación, en la Tabla 15 se presentó la técnica de los cinco porqués, para identificar las causas raíces que generan las demoras en la culminación de los proyectos impactando en el bajo índice de desempeño del cronograma, tomando en cuenta, los 03 procesos que generan mayor retraso.

Tabla 15: Cinco por qué para identificar la causa raíz del bajo índice de desempeño del cronograma.

PROBLEMA	POR QUÉ 1	POR QUÉ 2	POR QUÉ 3	POR QUÉ 4	POR QUÉ 5
INCUMPLIMIENTO DEL CRONOGRAMA PLANIFICADO PARA EL PROYECTO	Retrasos en el procesamiento de información obtenida en campo	Personal de ingeniería entrega avances de procesamiento con defectos.	Personal con poco conocimiento en la actividad.	Se orienta al personal de manera discontinua.	Falta de orientación para dirigir el desarrollo de los proyectos
		No hay un camino claro en la solución del problema.	Nula participación de expertos al inicio del proyecto.	No hay un estándar para el inicio del proyecto, a pesar de que es un riesgo.	
		Interrupciones en los avances del personal de ingeniería	Participación en más de un proyecto a la vez.	Dependencia de personal específico para todos los proyectos.	Falta de organización de tareas específicas al personal
		Demora en procedimientos rutinarios.	Procedimientos repetitivos no conocidos por todo el personal de ingeniería.	Falta de difusión de procedimientos.	Falta de comunicación de procedimientos de trabajo
	Retrasos en la generación de propuestas de solución	No hay un camino claro en la solución del problema.	Nula participación de expertos durante el proyecto.	Falta de orientación en el desarrollo de las actividades	No hay reuniones internas durante los avances semanales.
		Interrupciones en los avances del personal de ingeniería	Participación en más de un proyecto a la vez.	Dependencia de personal específico para todos los proyectos.	Falta de organización de tareas específicas al personal
		Falta de información para la propuesta de solución	El canal de comunicación no es el adecuado	No se considera información que sólo el cliente tiene.	No hay reuniones con el cliente durante los avances de la solución.
	Retrasos en elaboración de informes y planos	Al final del proyecto se tiene que volver a hacer parte del análisis no recopilado.	No hay una correcta recopilación diaria del avance del proyecto.	No se hizo un control del avance del proyecto	Falta de registro de compromiso de entregables intermedios

		Interrupciones en los avances del personal de ingeniería en los informes y planos.	Participación en más de un proyecto a la vez.	Dependencia de personal específico para todos los proyectos.	Falta de organización de tareas específicas al personal
		Los cambios en las propuestas de solución tienen que volver a dibujarse con detalle en los planos.	No hay un modelo 3d bien definido.	Falta de orientación al personal en generación de modelos 3d.	Falta de organización de tareas específicas al personal revisión de avances y resolución de problemas encontrados
		Dificultad en el uso de plumas estándar por la acumulación de plumas en los planos.	No hay limpieza de información que no es útil.	No hay procedimiento de limpieza de información al finalizar el plano.	
		Se vuelven a elaborar estructura de informes para cada proyecto.	No existen formatos de informes específicos.	Falta de directivas para la utilización de formatos	
		Correcciones de modelos 3d.	Al exportar modelos 3d se pierden algunas características.	No hay un estándar en el uso de softwares para modelos 3d.	

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar el análisis correspondiente para cada actividad, se pudo detectar que, en su mayoría, los retrasos ocurrieron por una falta de comunicación entre los integrantes del proyecto, falta de orientación para dirigir el desarrollo del proyecto, falta de organización de las tareas específicas del personal, falta de seguimiento y control de avances de las actividades del proyecto y falta de reuniones específicas para el desarrollo de las actividades. Para ello, se propuso implementar el uso de tableros Kanban de la mano con una serie de reuniones necesarias, los cuales permiten mejorar el flujo de las actividades, pautar el desarrollo de los trabajos de manera eficaz, gestionar las tareas específicas para los proyectos y revisar el estado de los proyectos.

Estas herramientas, por lo tanto, garantizan, la calidad del proceso, reduciendo desperdicios y permitiendo la flexibilidad.

Fue importante establecer roles y responsabilidades al iniciar el proyecto, donde fue obligatorio contar con un jefe de proyecto que aclare, explique y priorice los requerimientos, y además el responsable de la comunicación constante con el equipo de trabajo, y el cliente para que, en todo momento, se

entienda cuál es la característica del servicio que posee mayor prioridad a lo largo del desarrollo del proyecto.

### **Tablero Kanban**

Para el tablero Kanban se propuso emplear una pizarra virtual de la aplicación Planner que es accesible para todos los miembros a través de sus cuentas de Microsoft 365.

Desde la perspectiva del tablero de Kanban, todos los requerimientos que están indicados en la primera columna fueron definidos, establecidos y ordenados previamente y, por lo tanto, aptos para su desarrollo.

La herramienta propuesta fue configurada acorde a los requerimientos de los proyectos, esta configuración fue básica empleando los mismos parámetros que dispone la herramienta, lo cual permite la familiarización y adaptación rápida de su uso.

Al crear el nuevo proyecto, se le asignó un código que incluye el nombre del equipo o estructura a analizar y nombre del cliente (Ver Figura 23). Luego, se propone dar el acceso a cada integrante de acuerdo al rol que tengan dentro del proyecto.

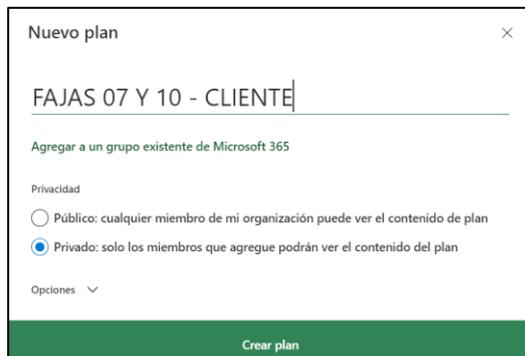


Figura 23:Pestaña de inicio al crear un nuevo proyecto.  
Fuente: Seleccionado del Programa Planner de Office 365

### **Flujo de trabajo (Planner)**

Para el flujo de trabajo, el Kanban proporciona diferentes estados de los cuales se adaptó de la siguiente manera:



Figura 24: Flujo de trabajo del tablero Kanban.  
Fuente: Elaboración propia

- **BACKLOG:** En esta columna se encuentran los alcances no desglosados en actividades, los cuales fueron establecidos en el contrato. Tener estos puntos al inicio es útil para el equipo de trabajo ya que pueden acceder rápidamente a los requerimientos fundamentales del cliente.
- **POR HACER:** Aquí se ubican los requerimientos que están listos para iniciar, sin necesidad de depender de una tarea previa. Estas actividades están suficientemente desglosadas para que la realice una sola persona en menos de 3 días.
- **EN PROCESO:** Son todas las tareas que están ejecutándose actualmente por cada miembro del equipo.
- **TERMINADO:** Son todas las actividades que fueron concluidas y están a la espera de ser tomadas para su revisión interna por el consultor o jefe de disciplina.
- **EN REVISIÓN:** En esta columna se encuentran las tareas que están siendo revisadas por el consultor o jefe de disciplina.
- **APROBADO:** Son las actividades concluidas y revisadas, las cuales se encuentran listas para sumarse a las tareas de cada entregable y ser liberadas para aprobación del cliente.

El esquema de visualización del flujo de trabajo contiene tarjetas con los estados mencionados previamente, y sólo lo pueden visualizar los integrantes asignados al proyecto, los cuales pueden interactuar y manejar las tarjetas. El esquema se muestra en la Figura 25:

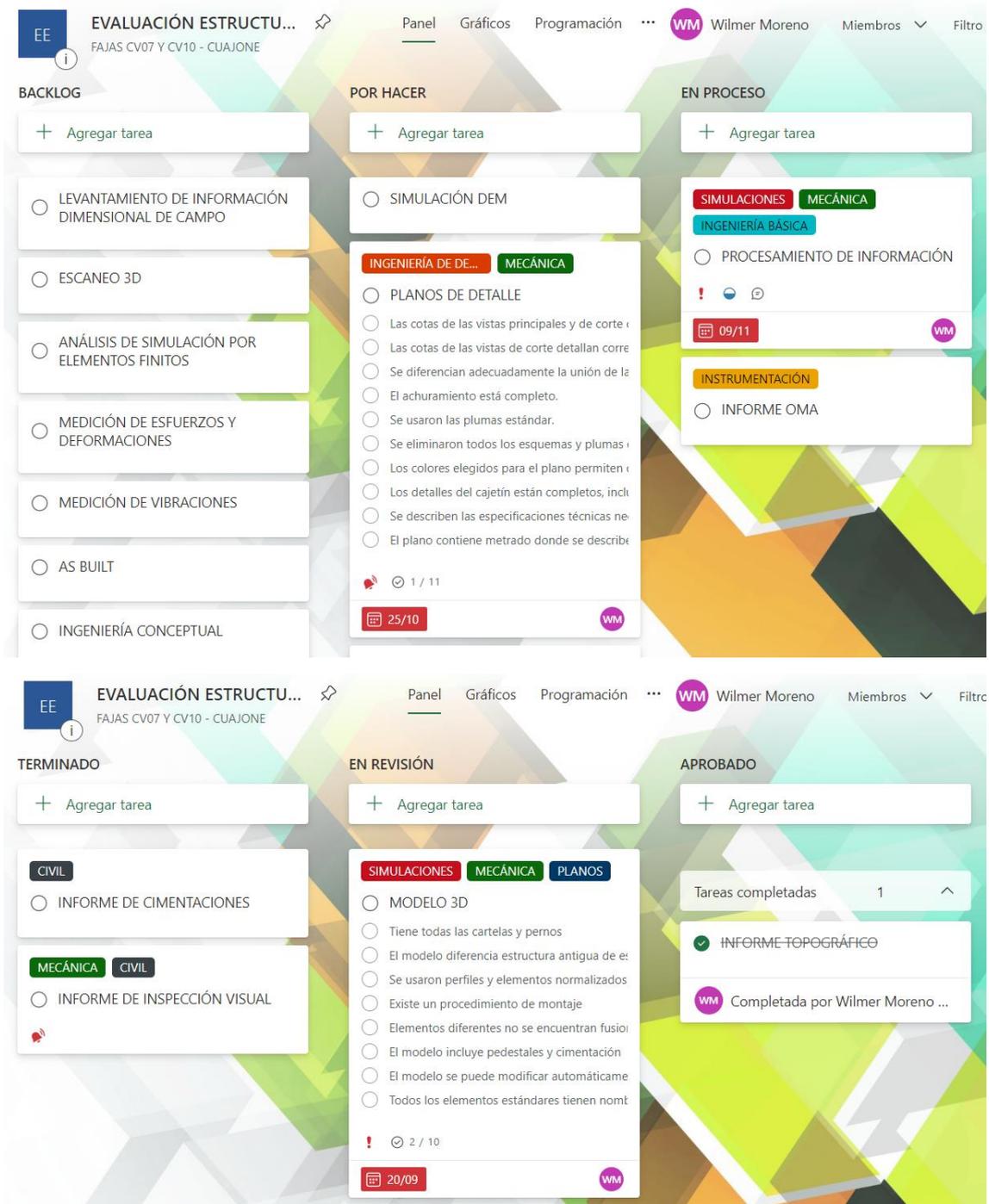


Figura 25: Tablero Kanban diseñado en el programa Planner de Office 365.  
Fuente: Elaboración propia.

Las tarjetas ubicadas en cada columna permiten establecer filtros e información importante de cada tarea, que sirven para que los ejecutores tengan claro lo que les corresponde realizar, el principal contenido de estas se muestra en la Figura 26:

○ PLANOS DE DETALLE

Modificado por usted por última vez el hace 1 días

The image shows a Kanban card in Microsoft Planner. The card is titled 'PLANOS DE DETALLE' and is assigned to 'Wilmer Moreno' (1). It has two tags: 'INGENIERÍA DE DETALLE' (red) and 'MECÁNICA' (green) (2). The card's status is 'Depósito: POR HACER' and 'Progreso: No iniciada'. It has a start date of '04/10/2022' and an end date of '25/10/2022'. The priority is set to 'Urgente' (3). Below the card is a checklist titled 'Lista de comprobación 1 / 11' with a 'Mostrar en la tarjeta' checkbox. The checklist items are: 'Contiene las vistas principales y de corte necesarias para acotar el plano.' (checked), 'Las cotas de las vistas principales y de corte delimitan correctamente la estructura.', 'Las cotas de las vistas de corte detallan correctamente las uniones para construcción.', 'Se diferencian adecuadamente la unión de la estructura nueva con la estructura existente.', and 'El achuramiento está completo.' (5).

Figura 26: Contenido de cada tarjeta Kanban.

Fuente: Elaborado en la herramienta Planner de Office 365

A continuación, se describen los apartados enumerados:

1. Integrantes del proyecto

Este apartado permite asignar al personal que está a cargo de la tarea, y de esta manera establecer sus responsabilidades.

2. Etiquetas

Permite establecer referencias a los entregables generales, es decir, a qué disciplina corresponde y con qué entregable está relacionado.

3. Prioridades

Permite definir la prioridad para cada actividad correspondiente al proyecto, la cual es representada de acuerdo a la Figura 27:

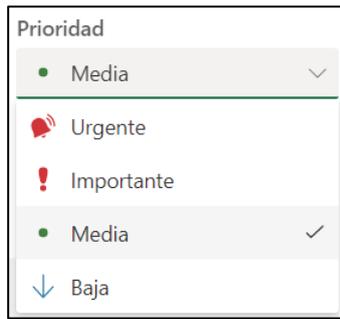


Figura 27: Escala de prioridades de la tarea definida en las tarjetas del tablero Kanban  
Fuente: Elaboración propia

#### 4. Fecha de inicio y vencimiento

Estas fechas son definidas en la primera reunión interna, y de esta manera se puede hacer el seguimiento por parte del jefe de proyecto, así como tener un control con uno mismo.

#### 5. Lista de comprobación

En este apartado se detallan todas las pautas importantes que deben contener la tarea para que no haya inconvenientes y mejorar su calidad.

##### Reuniones ordinarias diarias

La utilización de estos tableros Kanban fueron aplicados dentro de un sistema de reuniones diarias, en las que debe participar los integrantes directos del proyecto (especialistas técnicos, jefe de proyecto y planner o coordinador de proyectos). Tener reuniones diarias ayuda a posibilitar estrategias, cambios en la planeado y lo que el equipo de trabajo vea conveniente para enfocar todos los esfuerzos hacia el cumplimiento de los objetivos del día motivando de esta manera al personal.

La primera reunión fue un hito importante para el desarrollo del proyecto, ya que aquí fue cuando se definieron los entregables intermedios y responsables de cada uno de ellos, estas tareas fueron agregadas a la columna “POR HACER” en el tablero Kanban, quedando registrado los pendientes dentro del rango de 1 a 2 semanas.

Las siguientes reuniones tuvieron una duración de tiempo promedio de 15 minutos, en la que el equipo debe verificar de manera conjunta el avance de los entregables intermedios que ha ejecutado cada uno, para evitar reprocesos e incumplimiento con los tiempos establecidos.

En la Tabla 16, se presenta las funciones principales de cada integrante del proyecto dentro de la reunión:

Tabla 16: Funciones de los integrantes del proyecto en la reunión.

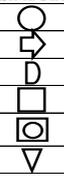
INTEGRANTE DEL PROYECTO	FUNCIONES
Jefe de proyecto	Garantizar la ejecución de la reunión. Dirigir la reunión. Coordinar los entregables intermedios. Presentar el tablero kanban y verificar avances. Proponer lluvia de ideas para dar soluciones a las tareas con retraso.
Planner o coordinador de proyecto	Ser facilitador del manejo de la reunión y verificar avances.
Personal de técnico especialista (ingeniería)	Indicar el estado de su avance. Exponer sus problemas que generan retraso. Manejar las tarjetas del tablero kanban. Colaborar con la solución.

Fuente: Elaboración propia

Finalizando cada semana, el planner debe elaborar un informe con toda la información resumida y recopilada de las actividades de la semana y así tener actualizada la base de datos.

Con las mejoras propuestas se establece un nuevo esquema de las actividades de los procesos para la reducción de los plazos de entrega, como se muestran en los siguientes DAP:

Tabla 17: DAP del procesamiento de información obtenida de campo

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO											
Diagrama No. 03 Hoja No. 01		RESUMEN									
Objetivo: Análisis de actividades del proceso		ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	SIMBOLO						
Proceso analizado: Procesamiento de información obtenida en campo		Operación	17	58.5							
Método: DAP		Transporte	1	0.50							
Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>		Espera	1	8.00							
		Inspección	3	9.00							
		Inspección/ Operación	3	16.00							
		Almacenamiento	1	0.50							
		<b>Resumen de actividades</b>	<b>26</b>								
Operario:		Tiempo (hr/hombre)		92.5							
Localización:		Distancia (m)									
Elaborado por: Marco Morales Jessenia Janampa	Fecha:	Comentarios									
Aprobado por:	Fecha:										
Descripción de la actividad	Cantidad	Distancia	Tiempo (horas)	Símbolo						Observaciones	
				○	➡	□	▣	◻	▽		
Generar reunión con el cliente en el que se establece como hito la entrega de información necesaria, y enviar RFI formal.	1		2.00	○	➡						Se estableció un programa de reuniones post realización del KOM, en el que se generen compromisos para entrega de información.
Esperar respuesta del cliente	1		8.00								Con el hito establecido en la actividad anterior se redujo el tiempo de espera en promedio a 2 jornadas laborales.
Revisar documentación enviada por el cliente	1		6.00								
Cargar la data obtenida de campo a la nube	1		2.00								Se dejó un manual con instructivo de carga de datos, para que la actividad sea realizada en paralelo por otro trabajador.
Analizar y determinar las causas de falla de los reportes recibidos	1		12.00								
Determinar las coordenadas globales en software de modelamiento (pisos, ancho, largo)	1		0.50								
Modelar los elementos principales	1		4.00								
Modelar los elementos secundarios	1		4.00								
Limpia y simplificar el modelo	1		4.00								
Almacenar modelo 3d generado	1		0.50								
Análisis vibracional	1		8.00								Se aplicó el manual para procesamiento básico de vibraciones
Cargar al sharepoint modelo 3d para iniciar con simulación	1		0.50								
Importar modelo 3d a programa de simulación	1		0.50								
Revisar y corregir fallas de importación	1		4.00								
Aplicar las cargas en modelo 3d para simulación	1		3.00								
Detectar errores de modelamiento mediante simulación fem	1		5.00								
Comparar lo medido vs lo simulado	1		1.00								
Revisar y ajustar el modelo 3d para que coincida con lo medido	1		6.00								
Revisión de resultados por consultores de cada disciplina	1		2.00								Esta actividad se realiza en las reuniones ordinarias establecidas en el kanban.
Comparar lo medido vs lo simulado	1		1.00								En virtud a la revisión por los consultores, los resultados fueron más precisos por lo que se redujo el tiempo de esta actividad.
Revisar y ajustar el modelo 3d para que coincida con lo medido	1		6.00								En virtud a la revisión por los consultores, los resultados fueron más precisos por lo que se redujo el tiempo de esta actividad.
Replicar falla mediante FEM	1		6.00								
Revisión de resultados por consultores de cada disciplina	1		2.00								Esta actividad se realiza en las reuniones ordinarias establecidas en el kanban.
Replicar falla mediante FEM (nueva prueba)	1		6.00								En virtud a la revisión por los consultores se redujo el tiempo de esta actividad.
Generar modelo 3d detallado	1		8.00								Con la aplicación del Check List de detalles de modelos en 3D, se generó un estándar de modelo 3D al detalle.
Enviar para generar propuesta de solución	1		0.50								
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>		<b>92.50</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 17, para el procesamiento de información obtenida de campo se tuvo un tiempo promedio total de 92.5 horas/proyecto, equivalente a 11.56 días/proyecto.

Tabla 18: DAP de la generación de propuestas de solución

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO										
Diagrama No. 04 Hoja No. 01		RESUMEN								
Objetivo: Análisis de actividades del proceso		ACTIVIDAD	CANTIDAD		TIEMPO	SIMBOLO				
		Operación	8		39.00	○				
Proceso analizado: Generación de propuestas de solución		Transporte	1		1.00	➡				
		Espera	0		0.00	D				
Método: DAP Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>		Inspección	2		9.00	□				
		Inspección/ Operación	0		0.00	◻				
		Almacenamiento	0		0.00	▽				
		<b>Resumen de actividades</b>	<b>11</b>							
Operario:		Tiempo (hr/hombre)			49.00					
Localización:		Distancia (m)								
Elaborado por: Marco Morales Jessenia Janampa	Fecha:	Comentarios								
Aprobado por:	Fecha:									
<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Distancia</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Símbolo</b>					<b>Observaciones</b>	
				○	➡	D	□	◻	▽	
Desglose de las funciones del refuerzo a implementar	1		6.00	○						
Alternativas de dispositivo para cada función	1		6.00	○						
Generar matriz morfológica y obtener 3 soluciones	1		4.00	○						
Hacer un análisis de cada solución	1		8.00	○						Se elaboró el procedimiento de análisis y se capacitó en este procedimiento.
Revisión de resultados de las 3 soluciones	1		5.00	○						Se aplicó el check list de especificaciones de solución.
Realizar modificación a las 3 soluciones	1		4.00	○						
Reunión con consultor de cada especialidad	1		2.00	○						Esta actividad se realiza en las reuniones ordinarias establecidas en el kanban.
Hacer un análisis de cada solución	1		7.00	○						Con la mejora en la actividad previa se redujo el tiempo de análisis. Se aplicó también el check list de montajes de solución.
Revisión de resultados de las 3 soluciones	1		4.00	○						Con la consultoría se redujo el tiempo de revisión.
Realizar modificación a las 3 soluciones	1		2.00	○						Con la consultoría se redujo el tiempo de modificación.
Enviar solución para elaboración de informes y planos	1		1.00	○						
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>		<b>49.00</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 18, para la generación de propuestas de solución se tiene un tiempo promedio total de 49 horas/proyecto, equivalente a 6.125 días/proyecto.

Tabla 19: DAP de elaboración de informes y planos

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO										
Diagrama No. 03 Hoja No. 01		RESUMEN								
Objetivo: Análisis de actividades del proceso		ACTIVIDAD	CANTIDAD		TIEMPO	SIMBOLO				
		Operación	10		107.00	○				
Proceso analizado: Elaboración de informes y planos.		Transporte	1		0.50	⇒				
		Espera	2		21.00	D				
Método: DAP Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>		Inspección	1		6.50	□				
		Inspección/ Operación	0		0.00	○				
		Almacenamiento	0		0.00	▽				
		<b>Resumen de actividades</b>	<b>14</b>							
Operario:		Tiempo (hr/hombre)		135.00						
Localización:		Distancia (m)								
Elaborado por: Marco Morales Jessenia Janampa	Fecha:	Comentarios								
Aprobado por:	Fecha:									
Descripción de la actividad	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo						Observaciones
Importar modelo 3d a software	1		0.50	○						Realizar el check list de detalles de modelos en 3D.
Generar las vistas principales y de corte	1		20.00	○						
Limpieza y corrección de vistas de modelo 3d para las vistas principales y de corte	1		7.50	○						Esta actividad se reduce en tiempo con el check list de detalles de modelos en 3D.
Generar las vistas de detalle	1		21.00	○						
Limpieza y corrección de vistas de modelo 3d para las vistas de detalle	1		6.00	○						Esta actividad se reduce en tiempo con el check list de detalles de modelos en 3D.
Completar los detalles de vistas de modelo 3d para las vistas de detalle	1		15.00	○						Esta actividad se reduce en tiempo con el check list de detalles de modelos en 3D.
Realizar un cuadro de comentarios según corresponda	1		8.00	○						
Acotar las vistas principales	1		15.00	○						
Acotar las vistas de corte	1		12.00	○						
Acotar las vistas de detalle	1		12.00	○						
Generar un cuadro de metrado	1		11.00	○						
Revisión general del formato	1		6.50	○						Se realizó la inducción de media hora semanal de acuerdo a los errores de presentación encontrados en la semana.
Elaboración de informes	1		20.00	○						Se aplicó check List para la revisión de informes.
Envío al cliente	1		0.50	○						
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>		<b>135.00</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 19, aplicando la mejora se obtiene un tiempo total de 135 horas/proyecto, equivalente a 16.875 días/proyecto, considerando que un proyecto tiene en media 5 planos.

### Simulación del proceso

En el presente apartado, realizaremos la simulación del proceso de desarrollo de proyectos por medio del software de simulación Bizagi, con la finalidad de mostrar los nuevos resultados obtenidos al reducir los tiempos de los procesos de procesamiento de información obtenida en campo, generación de propuestas de solución y elaboración de informes y planos; alcanzados aplicando las herramientas del Lean Service: Kanban y AMEF.

En la Tabla 20, se muestra la información del proceso mejorado del desarrollo de Proyectos, tiempos y recursos utilizados en el desglose de los procesos:

Tabla 20: Proceso del desarrollo de proyectos aplicando la mejora

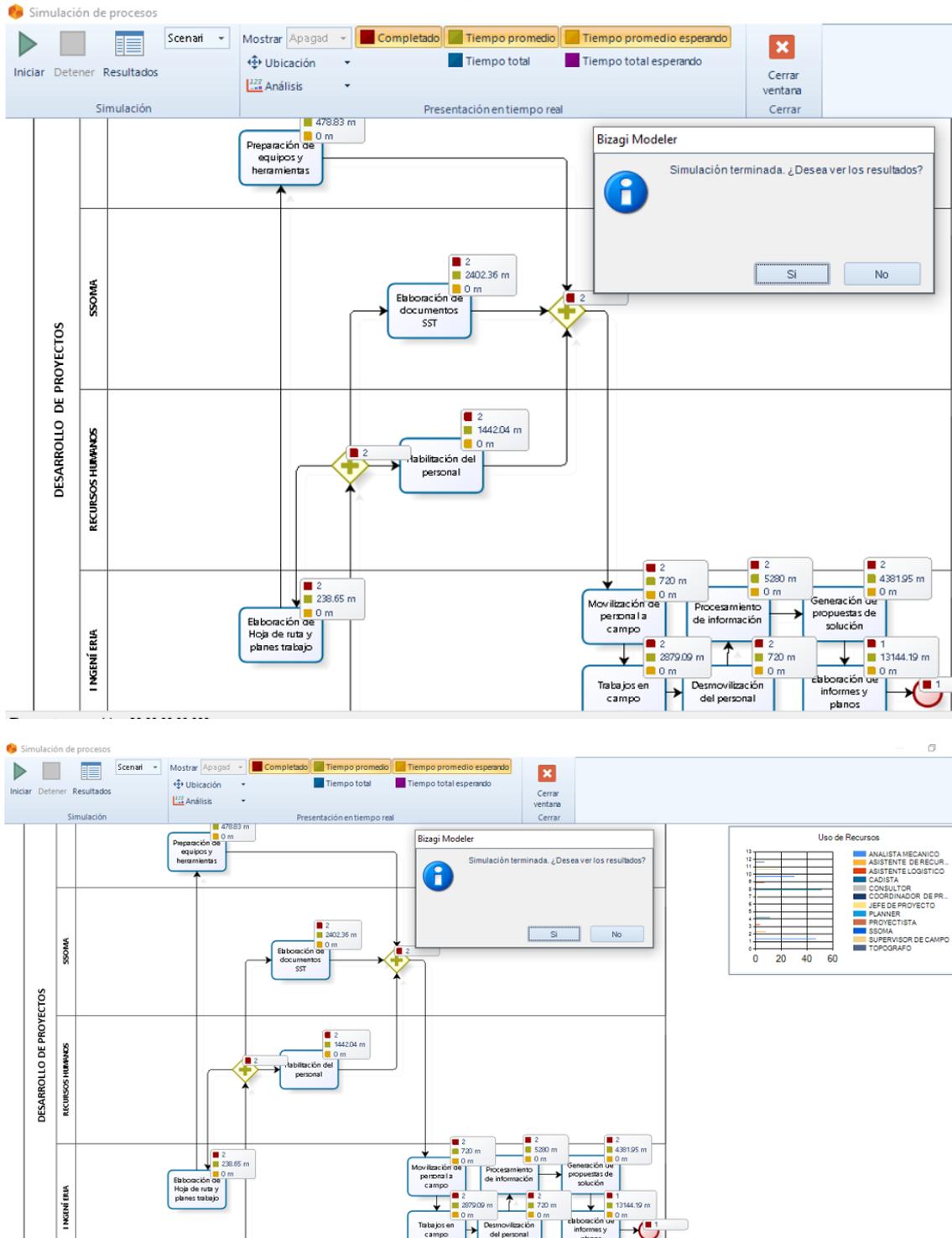
<b>PROCESO GENERAL: DESARROLLO DE PROYECTOS</b>						
<b>MEJORADO</b>						
ITEM	ÁREA	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	PREDECESOR	TIPO OPERACIÓN	TIEMPO (HORAS)
A	GESTIÓN DE PROYECTOS	PLANNER / COORDINADOR DE PROYECTO	PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	-	operación	4.00
B	GESTIÓN DE PROYECTOS	COORDINADOR DE PROYECTO	KOM CON EL CLIENTE	A	operación	4.00
C	GESTIÓN DE PROYECTOS	COORDINADOR DE PROYECTO	KOM INTERNO	B	operación	2.00
D	RECURSOS HUMANOS	ASISTENTE DE RRHH	HABILITACIÓN DE PERSONAL	C	operación	24.00
E	SEGURIDAD	SSOMA	ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	C	operación	40.00
F	INGENIERÍA	TÉCNICO ESPECIALISTA /	ELABORACIÓN DE HOJAS DE RUTA Y PLAN DE	C	operación	4.00

		CONSULTOR	TRABAJO CON CONSULTORES INTERNOS			
G	LOGÍSTICA	ASISTENTE LOGÍSTICO	PREPARACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	F	operación	8.00
H	INGENIERÍA	PERSONAL DE CAMPO	MOVILIZACIÓN DE PERSONAL	D,E,G	operación	8.00
I	INGENIERÍA	PERSONAL DE CAMPO	TRABAJOS EN CAMPO	H	operación	48.00
J	INGENIERÍA	PERSONAL DE CAMPO	DESMOVLIZACIÓN DE PERSONAL	I	operación	8.00
K	INGENIERÍA	TÉCNICO ESPECIALISTA	PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	J	operación	92.50
L	INGENIERÍA	TÉCNICO ESPECIALISTA	GENERACIÓN DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN	K	operación	49.00
M	INGENIERÍA	TÉCNICO ESPECIALISTA / CADISTA	ELABORACIÓN DE INFORMES Y PLANOS	L	operación	135.00

Fuente: Elaboración propia

La información de tiempos y recursos de la Tabla 9 y Tabla 20 fueron ingresados y procesados en el software de simulación Bizagi (ver Figura 28), para posteriormente comparar ambos escenarios.

Figura 28: Simulación del proceso de desarrollo de proyectos



Fuente: Elaboración propia en Bizagi

### Comparación del estado actual con el mejorado

Para realizar la comparación de escenarios se realizó una prueba de 20 réplicas para poder apreciar los comportamientos y determinar la reducción del tiempo en horas del desarrollo de proyectos, obteniendo los resultados de la Tabla 21 y Tabla 22.

Tabla 21: Réplicas para el tiempo total del proceso actual

<b>Scenario</b>	<b>Tipo</b>	<b>Instancias completadas</b>	<b>Tiempo Total (m)</b>
Scenario 1 - Replicación 1	Proceso	1	29951.35
Scenario 1 - Replicación 2	Proceso	1	30051.52
Scenario 1 - Replicación 3	Proceso	1	30052.06
Scenario 1 - Replicación 4	Proceso	1	29940.74
Scenario 1 - Replicación 5	Proceso	1	30056.63
Scenario 1 - Replicación 6	Proceso	1	30057.08
Scenario 1 - Replicación 7	Proceso	1	29948.97
Scenario 1 - Replicación 8	Proceso	1	29940.14
Scenario 1 - Replicación 9	Proceso	1	30050.94
Scenario 1 - Replicación 10	Proceso	1	30052.91
Scenario 1 - Replicación 11	Proceso	1	30058.58
Scenario 1 - Replicación 12	Proceso	1	29938.54
Scenario 1 - Replicación 13	Proceso	1	30055.13
Scenario 1 - Replicación 14	Proceso	1	30052.89
Scenario 1 - Replicación 15	Proceso	1	30065.26
Scenario 1 - Replicación 16	Proceso	1	30059.1
Scenario 1 - Replicación 17	Proceso	1	30062.41
Scenario 1 - Replicación 18	Proceso	1	29940.94
Scenario 1 - Replicación 19	Proceso	1	30052.3
Scenario 1 - Replicación 20	Proceso	1	30055.41

Fuente: Resultados obtenidos en Bizagi

Tabla 22: Réplicas para el tiempo total del proceso mejorado

<b>Scenario</b>	<b>Tipo</b>	<b>Instancias completadas</b>	<b>Tiempo Total (m)</b>
Scenario 2 - Replicación 1	Proceso	1	24025.36
Scenario 2 - Replicación 2	Proceso	1	23991.5
Scenario 2 - Replicación 3	Proceso	1	23999.49
Scenario 2 - Replicación 4	Proceso	1	24013.28
Scenario 2 - Replicación 5	Proceso	1	24010.52
Scenario 2 - Replicación 6	Proceso	1	23992.3
Scenario 2 - Replicación 7	Proceso	1	23981.94
Scenario 2 - Replicación 8	Proceso	1	23997.4
Scenario 2 - Replicación 9	Proceso	1	23992.46
Scenario 2 - Replicación 10	Proceso	1	24001.57
Scenario 2 - Replicación 11	Proceso	1	23983.5
Scenario 2 - Replicación 12	Proceso	1	24005.2
Scenario 2 - Replicación 13	Proceso	1	2398.287
Scenario 2 - Replicación 14	Proceso	1	23971.18
Scenario 2 - Replicación 15	Proceso	1	24052.48
Scenario 2 - Replicación 16	Proceso	1	24007.68
Scenario 2 - Replicación 17	Proceso	1	23996.77

Scenario 2 - Replicación 18	Proceso	1	24018.74
Scenario 2 - Replicación 19	Proceso	1	24003.55
Scenario 2 - Replicación 20	Proceso	1	23992.35

Fuente: Resultados obtenidos en Bizagi

De los resultados de la simulación, mostrados en las tablas anteriores, se procedió a determinar el promedio actual y mejorado, del tiempo total del proceso de desarrollo de proyectos.

Tabla 23: Tiempo promedio del proceso de desarrollo de proyectos

<b>TIEMPO PROMEDIO DEL PROCESO</b>		
<b>Escenario Actual</b>	TIEMPO TOT. PROMEDIO (MIN)	30022.15
	TIEMPO TOT. PROMEDIO (HOR)	<b>500.37</b>
<b>Escenario Mejorado</b>	TIEMPO TOT. PROMEDIO (MIN)	22921.78
	TIEMPO TOT. PROMEDIO (HOR)	<b>382.03</b>
	Variación	<b>23.65%</b>

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 23 se puede comprobar que hubo una reducción en el tiempo aplicando la mejora, siendo esta del 23.65%. La mejora mencionada se refiere a la aplicación de la herramienta kanban y AMEF (recomendaciones del objetivo específico 2).

Empleando los tiempos mejorados en los cronogramas de los 9 proyectos post, se calcularon los nuevos indicadores de desempeño del cronograma, obteniéndose los siguientes resultados para los meses de abril del 2022 a setiembre del año 2022:

Tabla 24: índice de desempeño del cronograma luego de la aplicación de la mejora (Post Test)

<b>SEMANA</b>	<b>ÍNDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA</b>	<b>SEMANA</b>	<b>ÍNDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA</b>
Semana 14	1.05	Semana 26	0.92
Semana 15	1.03	Semana 27	0.92
Semana 16	0.98	Semana 28	0.88
Semana 17	0.99	Semana 29	0.88
Semana 18	0.98	Semana 30	0.93
Semana 19	0.97	Semana 31	0.89
Semana 20	0.95	Semana 32	0.88
Semana 21	0.93	Semana 33	0.9
Semana 22	0.99	Semana 34	1.02
Semana 23	0.98	Semana 35	1.05
Semana 24	0.91	Semana 36	1.02
Semana 25	0.88	Semana 37	1.03

Fuente: Elaboración propia

## Objetivo específico 02

Situación Pre Test:

Los servicios que brinda la empresa se presentan en una cierta cantidad de entregables por proyecto, los cuales son definidos en el alcance y orden de servicio, y son elaborados por el personal técnico especialista de cada disciplina. Estos entregables pasan por una serie de revisiones las cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla 25: Descripción de la nomenclatura de las revisiones de entregables

Revisión	Motivo de emisión	Estatus
A	Emitido para revisión interna	Entregable no aprobado
B,C,D...Z	Emitido para aprobación del cliente	Entregable no aprobado
0	Emitido para construcción	Entregable aprobado

Fuente: Área de Gestión de proyectos de la empresa.

Como se observa en la tabla, una vez que el cliente haya aprobado el entregable, podrá ser emitido en revisión 0.

A continuación, se presenta el flujograma del proceso de aprobación de entregables:

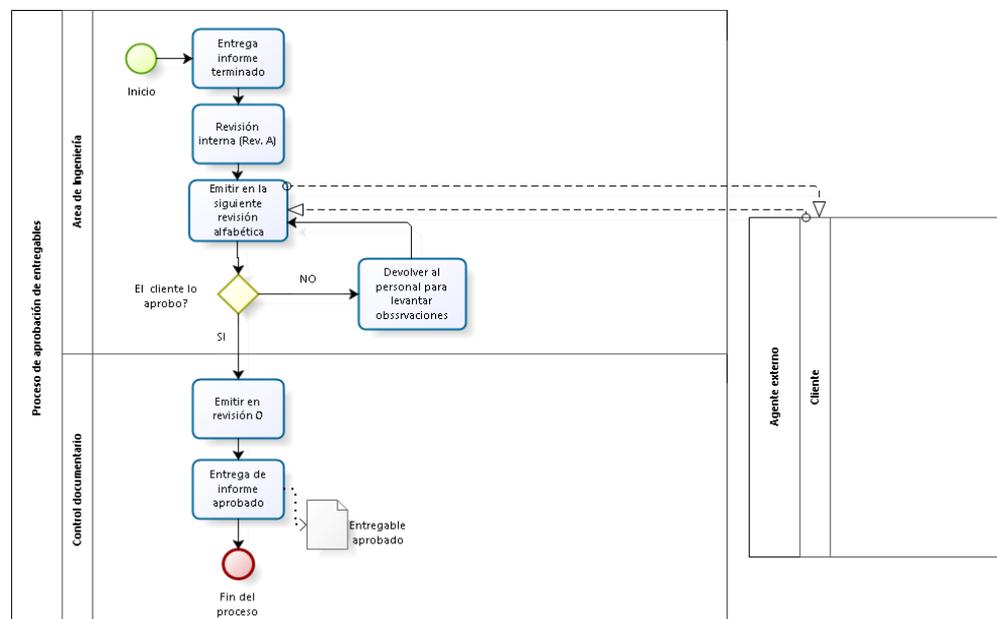


Figura 29: Flujograma del proceso de aprobación de entregables

Fuente: Elaboración propia

Este flujo continuo de envíos y devoluciones entre la empresa y el cliente lo realiza el área de Gestión de Proyectos y se presentan a través de un

Transmittal, el cual es una hoja de detalle de transmisión de información, que se usa para su correcto registro y en el que se presenta principalmente el estatus de los entregables (Ver ejemplo en la Figura 30).

CLIENTE		TRANSMISION DE DOCUMENTOS / TRANSMITTAL		CONTRATISTA	
		GERENCIA DE PROYECTOS E INGENIERIA			
Consultor		TR N°	COL-SMEB-4800196138-001		
Dirigido a	Jessenia Janampa	Servicio	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA CONDICIÓN DEL TAMBOR LAVADOR		
Medio	Correo Electrónico - PDF	Código	MAKYL	Fecha	14-06-22
N°	Código	Rev.	Descripción	Tipo	Cantidad
1	COL-MAKYL-4800196138-410 IT-03-120002	B	REPORTE DE ANÁLISIS FEM	NA	
2	COL-MAKYL-4800196138-410 IT-03-120003	B	MEMORIA DE CÁLCULO DE INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA	NA	
3	COL-MAKYL-4800196138-410 PLA-03-320001	B	PROPUESTA SOLUCIÓN 01 VISTA LATERAL	NA	
<b>Tipo de Envío:</b>					
<b>A</b>	Para Revisión y Aprobación	<b>AP</b>	Aprobado	<b>D</b>	RFI - Para Respuesta
<b>B</b>	Para Información	<b>AC</b>	Aprobado con Comentarios		
<b>C</b>	Documento Final	<b>NA</b>	No Aprobado Emitir Nuevamente		

Figura 30: Hoja de Transmisión con informes no aprobados por el cliente  
Fuente: Recopilado del área de gestión de proyectos

En la Tabla 26: Muestra PRE TEST del % de entregables no conformes para el periodo de agosto 2021 a enero del 2022. Tabla 26 se evidencia la cantidad de devoluciones de trabajo que se tuvieron en el periodo de agosto del 2021 a enero del 2022, así como el % de no conformidad que se obtuvo para cada mes:

Tabla 26: Muestra PRE TEST del % de entregables no conformes para el periodo de agosto 2021 a enero del 2022.

MES	TOTAL DE ENTREGABLES	ENTREGABLES NO CONFORMES	% NO CONFORMES
AGOSTO	14	14	100.00%
SETIEMBRE	28	19	67.86%
OCTUBRE	30	19	63.33%
NOVIEMBRE	27	7	25.93%
DICIEMBRE	16	2	12.50%
ENERO	4	3	75.00%

Fuente: Elaboración propia

Empleando el registro de observación del anexo, en la Tabla 27 se registraron las observaciones dadas por el cliente a los entregables de cada proyecto, como se muestra a continuación:

Tabla 27: Observaciones de los entregables por cada proyecto.

PROYECTO	CODIFICACIÓN DE ENTREGABLE	OBSERVACIONES
MAK-YTO-001	MAK-082021-469590-10Z-TOP-001	Modificación de errores ortográficos.
	MAK-082021-469590-30Z-OT-001	Se agregaron ensayos con material a 6 y 10% de humedad.
	MAK-082021-469590-30Z-RPT-001	Se consideraron los cambios de condición de humedad x altura para el experimento.
	MAK-082021-469590-30Z-OT-002	Se agregaron más estudios al informe.
	MAK-082021-469590-30Z-OT-003	Se seleccionó otro modelo de solución.
	MAK-082021-469590-30Z-001	Problemas de forma.
	MAK-082021-469590-30Z-OT-004	Mismas correcciones de las observaciones del FEM y DEM.
	MAK-082021-469590-30Z-002	
	MAK-082021-469590-30Z-OT-005	
	MAK-082021-469590-30Z-003	
MAK-YTO-002	MAK-13838-21-3-3300-0-RTO-001	
	MAK-13838-21-3-3300-0-RTO-002	
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-013	Indicar dónde está el típico de la soldadura. Referenciar dónde está el detalle de los nodos.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-014	Todos los nodos deben estar representados en sus detalles.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-015	Agregar detalles de soldadura.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-016	
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-017	Indicar en qué planos están los detalles de los nodos o especificar si el detalle es típico para qué nodos.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-018	Indicar en qué planos están los detalles de los nodos o especificar si el detalle es típico para qué nodos.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-019	¿Dónde se ve la soldadura típica? Indicar cómo es la soldadura de los atiesadores y planchas diagonales.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-020	
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-021	
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-022	
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-023	
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-024	Mostrar bandeja eléctrica, panel de control, tuberías. Diferenciar elementos estructurales de nuevos. ¿Hay interferencia o columnas acaban en vigas existentes?
MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-025	Incluir ejes. Poner elevaciones al mismo nivel para identificar estructuras.	
MAK-YTO-003	MAK-13838-21-3-3300-0-INF-001	
	MAK-13838-21-3-3300-0-INF-002	
	MAK-13838-21-3-3300-0-INF-003	
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-001	Agregar detalles de las uniones, vigas, columnas y techos. Acotar dimensiones.

	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-002	Agregar detalles de las uniones, vigas, columnas y techos. Acotar dimensiones.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-003	Agregar detalles de las uniones, vigas, columnas y techos. Acotar dimensiones.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-004	Agregar detalles de las uniones, vigas, columnas y techos. Acotar dimensiones.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-005	Agregar detalles de las uniones, vigas, columnas y techos. Acotar dimensiones.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-006	Indicar en qué planos están los detalles de los nodos.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-007	Indicar en qué planos están los detalles de los nodos.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-008	Especificar cómo son las uniones. Indicar si es típico para qué nodos. De lo contrario especificar.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-009	Indicar en qué planos están los detalles de los nodos o especificar si el detalle es típico para qué nodos.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-010	Indicar en qué planos están los detalles de los nodos o especificar si el detalle es típico para qué nodos.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-011	Indicar en qué planos están los detalles de los nodos o especificar si el detalle es típico para qué nodos.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-012	Indicar en qué planos están los detalles de los nodos o especificar si el detalle es típico para qué nodos.
MAK-YTO-004	MAK-202203-004954-15S-INF-001	Error de ingeniería de diseño:
	MAK-202203-004954-15S-100	Aumento de diámetro de pernos y error de forma grave en ejes. Error de ingeniería de diseño.
	MAK-202203-004954-15S-101	Error de ingeniería de diseño, error de forma grave en ejes.
	MAK-202203-004954-15S-102	Error de ingeniería, cambio de perfiles. Error de forma por ausencia de ejes.
	MAK-202203-004954-15S-103	Aumento de dimensiones.
	MAK-202203-004954-15S-104	Error de forma.
	MAK-202203-004954-15S-105	Error de ingeniería de diseño.
	MAK-202203-004954-15S-106	Error de ingeniería de diseño.
	MAK-202203-004954-15S-107	Error de ingeniería de diseño.
	MAK-202203-004954-15S-108	
	MAK-202203-004954-15S-109	
	MAK-202203-004954-15S-110	
	MAK-202203-004954-15S-MTO-001	
	MAK-202203-004954-10Z-INF-001	
MAK-YTO-005	MAK-202109-S48363-15Z-100	Falta de achurados de la cimentación, palabras sobre líneas de dibujo, y falta de metrados de elementos.
	MAK-202109-S48363-15Z-101	Falta de achurados de la cimentación, escritura sobre líneas de dibujo, plumas de las líneas de dibujo con grosor muy grande.
	MAK-202109-S48363-15Z-102	Falta de consideración de planchas de refuerzo y realizar metrado.
	MAK-202109-S48363-15Z-103	Falta de detalles de soldadura y de descarga.

	MAK-202109-S48363-15Z-104	Falta de achurados de la cimentación, escritura sobre líneas de dibujo, plumas de las líneas de dibujo con grosor muy grande
	MAK-202109-S48363-15S-CAL-001	Indicar y detallar la información de las propiedades del mineral que el cliente envió.
	MAK-202109-S48363-15R-OT-001	Faltó detallar la reparación de pedestales expresados en planos.
	MAK-202109-S48363-15R-001	Escritura sobre líneas de dibujo y demasiada información de otros planos.
	MAK-202109-S48363-15R-002	Escritura sobre líneas de dibujo y demasiada información de otros planos.
	MAK-202109-S48363-15S-001	
	MAK-202109-S48363-15S-100	
	MAK-202109-S48363-15S-101	
	MAK-202109-S48363-15S-102	
	MAK-202109-S48363-15S-103	
MAK-YTO-006	MAK-13838-21-3-3300-27-DWG-003	
	MAK-13838-21-3-3300-27-DWG-004	
	MAK-13838-21-3-3300-27-DWG-005	
	MAK-13838-21-3-3300-27-DWG-006	
	MAK-13838-21-3-3300-27-DWG-007	
	MAK-13838-21-3-3300-27-DWG-008	
	MAK-13838-21-3-3300-27-DWG-009	
	MAK-13838-21-3-3300-27-DWG-010	
	MAK-13838-21-3-3300-27-DWG-011	
	MAK-13838-21-3-3300-27-DWG-012	
	MAK-13838-21-3-3300-27-DWG-013	
	MAK-13838-21-3-3300-27-DWG-014	
	MAK-13838-21-3-3300-0-MCL-001	
	MAK-YTO-007	MAK-202110-911949-10Z-OT-001
MAK-202110-911949-60Z-OT-001		
MAK-202110-911949-15S-CAL-001		
MAK-202110-911949-15S-CAL-002		Modelo de solución fue modificado. Problemas de forma: la referencia de algunas figuras no existe.
MAK-202110-911949-15S-100		
MAK-122021-312905-15S-CAL-001		
MAK-122021-312905-15S-100		Error de ingeniería de diseño.
MAK-122021-312905-15S-101		Error de ingeniería de diseño.
MAK-122021-312905-15S-102		Error de forma
MAK-122021-312905-15S-103		Error de forma
MAK-122021-312905-15S-104		
MAK-122021-312905-15S-105		
MAK-122021-312905-15S-106		
MAK-122021-312905-15S-107		
MAK-YTO-008	MAK-13838-21-1-3300-0-INF-001	
	MAK-13838-21-2-3300-0-MCL-001	
	MAK-13838-21-3-3300-0-MCL-002	
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-024	No se muestra la demolición de la losa, ni la junta. Especificar en notas si los dowels serán

		de acero liso. Coincidir ejes con planos de estructuras.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-025	Incluir demolición y reparación de losa.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-026	Incluir demolición de losa, junta y reparación de losa.
	MAK-13838-21-3-3300-0-DWG-027	
	MAK-13838-21-3-3300-0-MTO-001	Falta sustento de metrados. Falta partida de juntas y reposición de losa demolida.
	MAK-202109-S48363-15S-104	Más detalles del procedimiento de montaje
	MAK-202109-S48363-15S-105	Más detalles del procedimiento de montaje
	MAK-202109-S48363-15S-106	Más detalles del procedimiento de montaje
	MAK-202109-S48363-15S-107	Más detalles del procedimiento de montaje
MAK-YTO-009	MAK-14196-21-3-2100-0-INF-001	
	MAK-14196-21-3-2100-0-MCL-001	Modificación de diseño.
	MAK-14196-21-3-2100-0-INF-002	
	MAK-14196-21-3-2100-0-INF-003	
	MAK-14196-21-3-2100-0-MCL-002	
	MAK-14196-21-3-2100-0-DWG-001	Errores de ingeniería de diseño. Falta de datos. Errores de forma.
	MAK-14196-21-3-2100-0-DWG-002	Falta de datos. Errores de forma. Errores de ingeniería de ensamblaje.
	MAK-14196-21-3-2100-0-DWG-003	Falta de datos. Error en ingeniería de diseño. Errores de forma.
	MAK-14196-21-3-2100-0-DWG-004	Error de forma grave.
	MAK-14196-21-3-2100-0-DWG-005	Error de forma grave.
	MAK-14196-21-3-2100-0-DWG-006	
MAK-14196-21-3-2100-0-DWG-007		

Fuente: Recopilado del área de gestión de proyectos

De acuerdo a las observaciones para cada entregable no conforme, se evidenció los siguientes problemas que fueron motivos de rechazo (no conformidad):

- Toma de datos errónea de la información de los equipos
- Toma de datos incompleta
- No se consideran alternativas de solución
- Omisión de resultados de procesamiento esperados por el cliente
- Error de dimensionamiento en el modelo 3d
- Resultados de simulación erróneos
- Resultados de procesamiento de vibración no confiables
- Especificaciones de solución no acordes a las condiciones de trabajo actuales del cliente.
- Problemas de montaje de la solución.
- Partes del informe de difícil interpretación por el cliente
- Error de presentación por planos con datos insuficientes

### Aplicación de la herramienta: Análisis de Modo, Efecto de falla (AMEF)

Para la aplicación de la herramienta AMEF, se realizó el análisis del proceso operativo en el que se lleva a cabo las evaluaciones que conducen a la solución, las cuales pasan por las siguientes etapas:

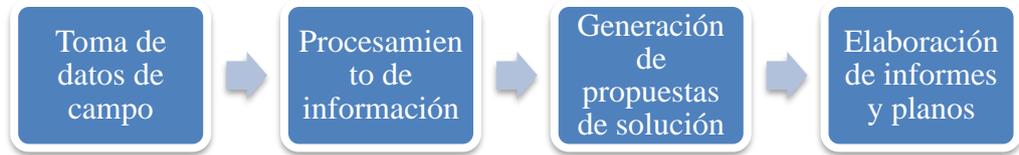


Figura 31: Etapas para la aplicación de la herramienta AMEF

Fuente: Elaboración propia

En base a estas 4 etapas se procedió al llenado de la tabla AMEF, considerando los siguientes criterios:

Tabla 28: Criterios de severidad, ocurrencia y detección.

Calificación	Severidad	Ocurrencia	Detección
1	<b>Menor</b> (cliente no lo nota)	<b>Escasa:</b> Muy poca ocurrencia en circunstancias pasadas	<b>Muy Alta</b> probabilidad de detectar el defecto (siempre)
2	<b>Baja</b> (ligera incomodidad del cliente probablemente note un pequeño deterioro)	<b>Baja:</b> Situación aparecida ocasionalmente	<b>Alta</b> probabilidad de detectar el defecto (casi siempre)
3			<b>Moderada</b> (se puede detectar el defecto)
4	<b>Media</b> (alguna insatisfacción del cliente, nota un deterioro en el desempeño del producto)	<b>Moderada:</b> Situación de cierta frecuencia en el pasado	<b>Baja</b> (probablemente no se detecte el defecto)
5			<b>Muy alta:</b> La situación se presenta frecuentemente
6			
7	<b>Alta</b> (Alto grado de insatisfacción del cliente, la situación es crítica)	<b>Alta:</b> Situación bastante frecuente en el pasado	<b>Muy alta:</b> La situación se presenta frecuentemente
8			
9	<b>Muy Alta</b> (Cliente molesto e insatisfecho, producto inseguro)	<b>Muy alta:</b> La situación se presenta frecuentemente	<b>Muy alta:</b> La situación se presenta frecuentemente
10			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Nivel de riesgo de tabla AMEF

ATRIBUTO DE PRIORIDAD	NIVEL NPR	COLOR	CODIGO COLOR
Riesgo de falla alto	500 -1000	Rojo	
Riesgo de falla medio	125-499	Amarillo	
Riesgo de falla bajo	1-124	Verde	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Análisis de Modo, efecto de falla (AMEF)

No.	FUNCION DE LA PARTE	Falla Potencial	Efecto Potencial de Falla	SEV	Causas Potenciales Mecanismos de Falla	OCC	Control Actual del Proceso	DET	RPN	Acciones Recomendadas	Responsabilidad y fecha de terminación	Acciones a tomar	Fecha Propuesta	SEV	OCC	DET	RPN		
1	Toma de datos de campo	Toma de datos errónea de la información de los equipos	Diseño de solución no adecuada al problema específico	10	Falta de comunicación, mala planificación y difusión de hoja de ruta.	6	Ninguno	8	480	Difundir la hoja de ruta a todo personal involucrado previa movilización a campo.	Jefe de proyecto/coordinador de proyectos	Establecer procedimiento para difusión de hoja de ruta a todo el personal que sera movilizado a campo.	21/02/2022	10	2	8	160		
				10	Sensores de medición descalibrados	1	Revisión de funcionamiento de sensores previa subida, mas no de calibración	8	80						10	1	8	80	
				10	Mala coordinación de contrato	1	Ninguno	8	80							10	1	8	80
				10	personal poco calificado	4	breve inducción del personal con mayor experiencia	3	120							10	4	3	120
		Toma de datos errónea de las estructuras aldedañas existentes	diseño de solución con interferencias	9	Falta de comunicación, mala planificación y difusión de hoja de ruta.	6	Ninguno	8	432	Presentar un flash report al cliente antes de retomar de mina para presentar de manera preliminar la informacion recogida en campo y recibir sus observaciones	Jefe de proyecto	Diseñar un modelo de flash report a ser presentada al cliente antes del retomo de mina.	22/02/2022	9	2	3	54		
		toma de datos incompleta	Atrasos graves en el procesamiento de información	10	Falta de comunicación, mala planificación y difusión de hoja de ruta.	6	Revisión del supervisor de campo	3	180	Es necesario reunión interna en la que participe el jefe de proyecto con personal de campo para asegurar que se registró toda la información. Generar documento de acta de reunión.	Coordinador de proyectos	Realizar un Programa de reuniones con el personal de campo	24/02/2022	10	2	3	60		
				10	personal poco calificado	7	breve inducción del personal con mayor experiencia	3	210	Entrenar al personal tecnico involucrado en el manejo de instrumentos de medicion	Consultores de áreas	Realizar un Programa de capacitacion al personal tecnico en manejo de equipos de medición.	26/02/2022	10	2	2	40		
10	zonas inaccesibles por operación			3	Revisión en la reunión de inicio.	3	90						10	3	3	90			
2	Procesamiento de información	No se consideran alternativas de solución importantes	trabajo adicional por propuestas de solución nuevas por parte del cliente	10	el procedimiento de diseño (vdi2221) no está difundido	5	Ninguno	10	500	Capacitación específica en procedimientos de diseño según norma vdi 2221	Consultores de áreas	Realizar un programa de capacitacion al personal en procedimientos de diseño según norma VDI 2221	26/02/2022	10	4	4	160		
				10	Reduccion del tiempo para entrega de solución establecido en un principio, por parte del cliente / falta de comunicación	3	Ninguno	10	300	Establecer un informe donde se sopesen los riesgos causados por esta reducción de plazo.	Coordinador de proyectos/Jefe de proyecto	Establecer un formato de control de cambios.	24/02/2022	10	1	8	80		
		Omisión de resultados de procesamiento esperados por el cliente	Desconfianza del cliente por resultados incompletos según su punto de vista	8	Deficiente interpretación del personal de ingeniería a las dudas iniciales del cliente / falta de comunicación	5	Ninguno	10	400	Participación de consultores en la reunión inicial del proyecto.	Coordinador de proyectos	Garantizar que los consultores participen de la reunión inicial del proyecto	24/02/2022	8	2	4	64		
				8	Sobrecarga laboral del técnico especialista	9	Ninguno	10	720	Limitar el trabajo del técnico especialista a funciones de consultor y capacitar a nuevo personal.	Recursos humanos / especialista de vibraciones	Realizar un programa de capacitacion al nuevo personal	26/02/2022	8	2	4	64		
				8	Mal planteamiento de la estrategia de análisis y presentación de resultados	2	Reunión con consultores	10	160	Participación de consultores en la reunión inicial del proyecto.	Jefe de proyecto	Realizar programa de reuniones con consultores del proyecto	24/02/2022	8	1	4	32		
				10	Mala lectura de información recolectada en campo	5	Revisión en simulaciones	6	300	Registro fotográfico de trabajo de campo y su difusión a personal del proyecto.	Jefe de proyecto	Establecer procedimiento de registro y difusión de los registros fotograficos	27/02/2022	10	2	3	60		
		Error de dimensionamiento en el modelo 3d	Diseño de solución no adecuado al problema específico	10	Incorrecto uso del software de modelamiento	2		6	120						10	2	6	120	
				10	Falla del software de simulación FEM	1	Revisión en simulaciones	6	60							10	1	6	60
		Resultados de simulación erróneos	Diseño de solución no adecuado al problema específico	10	Incorrecto uso del software de simulación FEM	2		6	120							10	2	6	120
				10	Sobrecarga laboral del técnico especialista de vibraciones mecánicas	9	Criterio del técnico	4	360	Limitar el trabajo del técnico especialista a funciones de consultor y capacitar a nuevo personal.	Recursos humanos / especialista de vibraciones	Realizar un programa de capacitacion en vibraciones mecanicas	26/02/2022	10	3	1	30		
		Resultados de procesamiento de vibración no confiables		10	personal poco calificado en vibraciones mecánicas	7	Ninguno	4	280	Generación de manual para procesamiento básico de vibraciones.	Especialista de vibraciones				10	4	4	160	

No.	FUNCION DE LA PARTE	Falla Potencial	Efecto Potencial de Falla	SEV	Causas Potenciales Mecanismos de Falla	OCC	Control Actual del Proceso	DECT	RPN	Acciones Recomendadas	Responsabilidad y fecha de terminación	Acciones a tomar	Fecha Propuesta	SEV	OCC	DET	RPN		
2	Procesamiento de información	No se consideran alternativas de solución importantes	trabajo adicional por propuestas de solución nuevas por parte del cliente	10	el procedimiento de diseño (vdi2221) no está difundido	5	Ninguno	10	500	Capacitación específica en procedimientos de diseño según norma vdi 2221	Consultores de áreas	Realizar un programa de capacitación al personal en procedimientos de diseño según norma VDI 2221	26/02/2022	10	4	4	160		
				10	reducción del tiempo para entrega de solución establecido en un principio, por parte del cliente / falta de comunicación	3	Ninguno	10	300	Establecer un informe donde se sopesen los riesgos causados por esta reducción de plazo.	Coordinador de proyectos/Jefe de proyecto	Establecer un formato de control de cambios.	24/02/2022	10	1	8	80		
		Omisión de resultados de procesamiento esperados por el cliente	Desconfianza del cliente por resultados incompletos según su punto de vista	8	Deficiente interpretación del personal de ingeniería a las dudas iniciales del cliente / falta de comunicación	5	Ninguno	10	400	Participación de consultores en la reunión inicial del proyecto.	Coordinador de proyectos	Garantizar que los consultores participen de la reunión inicial del proyecto	24/02/2022	8	2	4	64		
				8	Sobrecarga laboral del técnico especialista	9	Ninguno	10	720	Limitar el trabajo del técnico especialista a funciones de consultor y capacitar a nuevo personal.	Recursos humanos / especialista de vibraciones	Realizar un programa de capacitación al nuevo personal	26/02/2022	8	2	4	64		
				8	Mal planteamiento de la estrategia de análisis y presentación de resultados	2	Reunión con consultores	10	160	Participación de consultores en la reunión inicial del proyecto.	Jefe de proyecto	Realizar programa de reuniones con consultores del proyecto	24/02/2022	8	1	4	32		
		Error de dimensionamiento en el modelo 3d	Diseño de solución no adecuado al problema específico	10	Mala lectura de información recolectada en campo	5	Revisión en simulaciones	6	300	Registro fotográfico de trabajo de campo y su difusión a personal del proyecto.	Jefe de proyecto	Establecer procedimiento de registro y difusión de los registros fotograficos	27/02/2022	10	2	3	60		
				10	Incorrecto uso del software de modelamiento	2		6	120					10	2	6	120		
		Resultados de simulación erróneos	Diseño de solución no adecuado al problema específico	10	Falla del software de simulación FEM	1	Revisión en simulaciones	6	60						10	1	6	60	
				10	Incorrecto uso del software de simulación FEM	2		6	120						10	2	6	120	
		Resultados de procesamiento de vibración no confiables	Diseño de solución no adecuado al problema específico	10	Sobrecarga laboral del técnico especialista de vibraciones mecánicas	9	Criterio del técnico	4	360	Limitar el trabajo del técnico especialista a funciones de consultor y capacitar a nuevo personal.	Recursos humanos / especialista de vibraciones	Realizar un programa de capacitación en vibraciones mecánicas	26/02/2022	10	3	1	30		
				10	personal poco calificado en vibraciones mecánicas	7	Ninguno	4	280	Generación de manual para procesamiento básico de vibraciones.	Especialista de vibraciones			10	4	4	160		
		3	Generación de propuestas de solución	Especificaciones de solución no acordes a las condiciones de trabajo actuales del cliente.	Diseño de solución con dificultad de implementación	9	falta de coordinación con el cliente en el proceso	6	Ninguno	10	540	Tener presentaciones previas del resultado. Establecer reuniones semanales o una como mínimo con el cliente para aprobación de diseño de solución, antes de pasar a los planos. / Generar actas de reunión. / presentar un modelo 3d completo a las partes interesadas (cliente interno y externo).	Coordinador de proyectos / Jefe de proyecto	Realizar programa de reuniones con el cliente	24/02/2022	9	2	2	36
						9	personal poco calificado	4	Ninguno	10	360	Revisión y formato de conformidad de especificaciones de solución de parte del jefe del proyecto.	Planner	Diseñar Check List de especificaciones de solución por parte del Jefe de Proyectos	22/02/2022	9	2	3	54
Problemas de montaje de la solución	Diseño de solución con dificultad de implementación			9	falta de coordinación con el cliente en el proceso	9	Ninguno	10	810	Reunión interna del jefe de proyecto con personal de campo para asegurar que se tomó toda la información. / modelo 3d con procedimiento de montaje de las estructuras.	Coordinador de proyectos / Jefe de proyecto	Realizar programa de reuniones internas	24/02/2022	9	2	4	72		
				9	falta de asesoramiento de todas las disciplinas	6	Ninguno	9	486	Formato de conformidad de montaje de solución de parte del jefe del proyecto.	Planner	Diseñar Check List de montajes de solución por parte del Jefe de Proyectos	22/02/2022	9	2	3	54		

No.	FUNCION DE LA PARTE	Falla Potencial	Efecto Potencial de Falla	SEV	Causas Potenciales Mecanismos de Falla	OCC	Control Actual del Proceso	DECT	RPN	Acciones Recomendadas	Responsabilidad y fecha de terminación	Acciones a tomar	Fecha Propuesta	SEV	OCC	DET	RPN
4	Elaboración de informes y planos	Partes del informe de difícil interpretación por el cliente	insatisfacción del cliente por no entender los resultados	6	Mala redacción o coherencia en el documento	10	Ninguno	8	480	Revisión minuciosa del informe por jefe de disciplina y de proyecto.	Planner	Diseñar Check List para la revisión de informes	22/02/2022	6	4	4	96
				6	Sobrecarga laboral del personal que realiza los entregables	6	Ninguno	8	288		Planner			6	4	3	72
		Error de presentación por planos con datos insuficientes	insatisfacción del cliente por no poder usar el plano para fabricación o montaje	6	Falta de revisión previa a entrega al cliente.	5	Revisión rápida por jefe de proyecto.	8	240	Contratar a nuevo personal con función específica de revisión de planos, el cual debe dar inducción de media hora semanal de acuerdo a los errores de presentación encontrados en la semana.	Planner/jefe de proyecto	Realizar programa de reuniones internas	24/02/2022	6	3	3	54
				6	Sobrecarga laboral del cadista	9	Ninguno	8	432	Generar modelos 3d con mayor detalle en la etapa de procesamiento el cual debe ser validado por el jefe de proyecto.	Proyectistas / Jefe de proyecto	Diseñar Check List de detalles de modelos en 3D por parte del Jefe de Proyecto	22/02/2022	6	3	4	72
				6	Personal poco capacitado en estándares de planos.	9	Ninguno	8	432	Inducción de media hora semanal de acuerdo a los errores de presentación encontrados en la semana.	Planner/jefe de proyecto	Realizar programa de reuniones internas	24/02/2022	6	2	4	48

Fuente: Elaboración propia

### **Propuestas de Mejora**

Como se estableció en la Figura 21, uno de los primeros pasos consiste en una reunión interna donde se define la estrategia de análisis para la determinación y solución del problema presentado. Como resultado del AMEF, se propuso añadir a esta etapa la participación obligatoria de los expertos que ayuden en el establecimiento de estrategias de análisis y al finalizar la reunión emitir un primer acta o registro de conformidad que debe contener necesariamente la descripción de estas estrategias.

También se debe realizar un acta similar para los siguientes procesos:

- Previo a la subida a mina, generar una reunión con todos los involucrados para la difusión de la hoja de ruta.
- Concluyendo con la toma de datos de campo, el personal tanto de campo y gabinete deben reunirse de manera virtual y declarar la conformidad de la información obtenida.

### **Reuniones semanales con el cliente**

En la situación previo a las acciones a tomar, no había un flujo constante de información con el cliente y en algunas ocasiones era nulo, lo cual era un factor que ocasionaba fallos en los entregables del proyecto, es por ello que se propuso establecer reuniones de presentación de avances una vez por semana, en el que el líder o responsable del proyecto expone los resultados obtenidos hasta el momento, y da ideas para las propuestas de solución, donde también se requiere de retroalimentación por parte del cliente, aclarar los resultados incoherentes y modificar las ideas de propuesta inviables o de aplicación que involucre más tiempos, costos o requerimientos. Los acuerdos de cada reunión deben ser recopilados en un acta el cual debe ser manejado por el planner del proyecto y debe ser compartido a todos los participantes e involucrados de acuerdo a la matriz de comunicaciones.

Como resultado del AMEF, además se realizaron las siguientes propuestas:

- Presentar un flash report al cliente antes de bajar de mina.: consiste en un informe con tomas fotográficas del equipo a estudiar con sus especificaciones técnicas básicas, las pruebas específicas hechas en campo y las anomalías adicionales encontradas en campo; además de esto se puede añadir resultados preliminares del procesamiento de datos según sea el caso.

- Capacitación específica en procedimientos de diseño según norma VDI 2221: llevar un curso práctico grupal de 3 integrantes donde se realice al menos tres diseños según norma, los procedimientos de estos diseños serán calificados por el consultor estructural cuya nota debe ser superior al 70% del total para obtener su aprobación.
- Establecer un acta donde se sopesen los riesgos causados por esta reducción de plazo: acta de conformidad donde se den medidas para cada riesgo que surge como consecuencia de la reducción de plazo, esta acta debe de ser de conformidad del coordinador de proyecto el jefe de proyecto y un asesor como mínimo y no debe tomar más de 15 min.
- Programa de entrenamiento en manejo de equipos de medición.: programa de pulido de superficie y cableado para instalación de Strain Gauge y de elaboración de esquema de medición y ajuste de fase para acelerómetros.
- Formato de conformidad de especificaciones de solución de parte del jefe del proyecto: consiste en un formato donde se presente la matriz morfológica y las tres principales propuestas de solución para conformidad del jefe de proyecto.
- Formato de conformidad de montaje de solución de parte del jefe del proyecto: Para constatar que se consideró el proceso de implementación de la solución, se requiere un acta donde se presenten los principales cambios a la estructura y su implementación, el detalle del procedimiento de montaje variará según requerimiento del cliente.

#### Trabajo del ingeniero especialista de instrumentación

Este ingeniero es quien tiene más experiencia en la disciplina, por ello se propuso limitar su trabajo a funciones de consultor y capacitar al nuevo personal. La secuencia de funciones del ingeniero especialista es:

1. Procesamiento básico de vibraciones que requiere la manipulación de grandes cantidades de archivos mediante software.
2. Procesamiento avanzando de vibraciones, que requiere el criterio del especialista.
3. Análisis y reporte de resultados.

De estos procesos sólo se requiere la participación del especialista en el último paso y una participación parcial en el segundo paso, por lo que fue reemplazado

en el primer paso por ingenieros de conocimiento básico mediante el uso de un manual de procedimiento de manipulación de datos. Dicho manual lo elaboró el técnico especialista con cada uno de los pasos que se requiere para el mismo, y tomando en promedio un día de su jornada laboral.

#### Generación de modelos 3d

Dentro de las actividades del desarrollo del proyecto se propuso la elaboración modelos 3d que incluyan procedimientos de montaje de las estructuras. Estos modelos se presentan en las reuniones con el cliente para facilitar la detección de conflictos de la solución o del montaje de la solución.

Generar modelos 3d también sirve para la realización de planos, para ello estos modelos 3d deben tener un alto nivel de detalle que incluya hasta el dimensionamiento de pernos, soldadura y cartelas.

#### Informes y planos

Se estableció incorporar la actividad de control de calidad final previo a la emisión de los documentos y planos, la cual debe ser realizada por el jefe de la disciplina y el consultor especialista, y en el caso de planos, contratar a un practicante que se encargue netamente de la revisión de los mismos. Además, esta persona debe dar una inducción de media hora semanal de acuerdo a los errores de presentación encontrados en la semana.

#### Resultados

Del análisis realizado, se estableció un método para estimar cuál sería la mejora en la cantidad de entregables no conformes. El método consistió en comparar la sumatoria de los valores obtenidos en el RPN antes y después de las acciones aplicadas, y relacionarlo con el porcentaje de entregables no conformes. Las sumas obtenidas fueron las siguientes:

$$RPN \text{ pre test} = 9060$$

$$RPN \text{ mejorado} = 2192$$

Para calcular el porcentaje de no conformes post test se consideró que éste se reduce en la misma proporción que los valores del RPN, y se aplicó el siguiente cálculo:

$$\% \text{ no conformes POST TEST} = \% \text{ no conf. promedio PRE TEST} \times \frac{RPN \text{ mejorado}}{RPN \text{ Pre Test}}$$

$$\% \text{ no conformes promedio del PRE TEST} = 57.44\%$$

$$\% \text{ no conformes POST TEST} = 57.44\% \times \frac{2192}{9096}$$

$$\% \text{ no conformes POST TEST} = 13.9\%$$

El porcentaje obtenido se empleó a los nuevos proyectos correspondientes a los meses de abril a setiembre del 2022, teniéndose los siguientes resultados:

Tabla 31: Muestra POST TEST del % de entregables no conformes por proyecto en el periodo abril – setiembre 2022

MES	TOTAL DE ENTREGABLES	ENTREGABLES NO CONFORMES	% NO CONFORMES
ABRIL	4	1	25.00%
MAYO	14	2	14.29%
JUNIO	45	7	15.56%
JULIO	10	2	20.00%
AGOSTO	30	5	16.67%
SETIEMBRE	10	2	20.00%

Fuente: Elaboración propia

Donde:

$n^{\circ}$  Entregables : datos obtenidos de la empresa

$n^{\circ}$  Entregables no conformes =  $N^{\circ}$  entregables x % no conformidad post test

$$\% \text{ No conformes} = \frac{n^{\circ} \text{ entregables no conformes}}{n^{\circ} \text{ entregables}}$$

### Objetivo específico 03

Como parte de la gestión de proyectos implica, entre múltiples actividades, el seguimiento y control del personal, así como de los procesos y de los eventos que se presenten durante la elaboración de los entregables.

Diversos especialistas del tema, identifican que los principales problemas del desarrollo de proyectos se dan por insuficiencias durante los procesos de seguimiento y control de los proyectos, además, según las investigaciones realizadas en la empresa podemos resaltar aquellos problemas que repercuten en éste, tales como:

- Los proyectos se controlan en base a preguntas que el área de gestión de proyectos realiza al personal técnico especialista del área de ingeniería, y no en función de indicadores objetivos obtenidos a través de fuentes de información confiable.

- Los métodos propios creados por la organización para planificar y tomar decisiones no son los adecuados, requieren mayor esfuerzo y tiempo. La mala estructuración de procedimientos de control se debe a la falta de conocimientos sobre los controles existentes en la organización, que le permita mitigar los riesgos e inconvenientes que se presenten durante el desarrollo de los proyectos.
- Escasa cultura en las prácticas de monitoreo y control
- Iniciativas aisladas en función de mejorar este proceso
- Escaso uso de bases de conocimiento que permitan la gestión de lecciones aprendidas durante el proceso.
- Existen múltiples herramientas, sin embargo, estas pueden satisfacer algunas necesidades de quienes las adoptan, pero no satisfacen todas las expectativas ya sea por cosas puntuales como temas específicos o combinados como precio, tipo de licencia (privativa o de software libre o código abierto), soporte o insuficiencias en el manejo de datos.
- La carencia de un plan de acción se debe a que no existe una organización en los procesos y falta de documentación de sus procesos. Al no tener mapeado cómo se desarrolla los procesos y cuáles son sus entradas y salidas, provoca que no se pueda contar con un plan de cómo actuar antes las complicaciones del desarrollo de los procesos, a la vez que permita hacer un seguimiento y control sobre las actividades que se realizan en los procesos.
- La mala definición de controles es una de las causas principales para que no se pueda tomar acción debido a que no se mitigó bien los riesgos inicialmente identificados. Asimismo, se requiere personal altamente capacitado para identificar los riesgos claramente y a partir de eso poder definir los controles para poder mitigarlos y a la vez que si se presenta cualquier inconveniente poder mitigar de forma correcta y evitar consecuencias como pérdidas económicas e insatisfacción por parte del cliente.
- La falta de compromiso por parte de los colaboradores, esto se ve reflejado en el incumplimiento de sus horas registradas en el tiempo establecido. Asimismo, esto se debe a la falta de cultura organizativa, dado que la

comunicación es escasa y no existe una cultura compensatoria ni se reconoce el desempeño de los colaboradores. A parte del trabajo es necesario que se cuente con un clima laboral adecuado para poder generar un alto desempeño por parte de los colaboradores.

- La información no ayuda al equipo de proyectos a tomar decisiones porque los resultados de los reportes obtenidos semanal y mensualmente, ya que al generar los reportes estos no muestran toda la información relevante de los proyectos, de manera que se tenga que realizar ajustes manuales que pueden perjudicar los resultados y por ende realizar análisis erróneos. El área de gestión de proyectos tiene que verificar que estén en el proyecto y no realizando otras actividades. Este proceso tiende a ser muy engorroso, dado que al tener una herramienta que no ofrece facilidades para este tipo de actividades, gestión de proyectos debe recordar a cada recurso de cada proyecto individualmente.

Se llevó a cabo una evaluación del seguimiento y control actual descrito previamente:

Esta evaluación se realizó con las principales partes interesadas de la empresa, siendo estos el equipo de trabajo que cuenta con una alta experiencia y están involucrados en el proceso de desarrollo de los proyectos de la empresa.

El equipo que se ha considerado para esta evaluación lo constituye el siguiente personal:

- Gerente de proyectos
- Jefe de proyecto 1
- Jefe de proyecto 2
- Coordinador de gestión de proyectos
- Planner y Controller de Proyectos
- Analista de Contratos y servicios

Se empleó un formato para la evaluación del seguimiento y control actual de la empresa (ver anexo 3) siendo los criterios definidos de la siguiente manera:

- Fiabilidad: El proceso de seguimiento y control brinda información fundamentada y actualizada del estatus de los entregables de cada proyecto en tiempo y costo (avances y presupuestos).

- Específica: El proceso de seguimiento y control brinda información completa y detallada del desarrollo de los entregables de cada proyecto.
- Alcance y relevancia: El proceso de seguimiento y control, brinda información útil y de fácil entendimiento e interpretación para las partes interesadas, permitiendo agilizar la toma de decisiones.
- Practicidad: El proceso de seguimiento y control, brinda información que es de recolección rápida y permite el contraste con distintas fuentes.
- Novedad tecnológica: El proceso de seguimiento y control permite un rápido procesamiento de la información recolectada, así como la capacidad de generar nuevos reportes rápidamente para la toma de decisiones.

La validación del cuestionario fue realizada mediante juicio de expertos (ver anexo 4).

La puntuación para cada criterio establecido y su correspondiente calificación fue a través de la metodología Likert, otorgando puntajes dentro del rango del 1 al 5 para cada pregunta, como se muestra:

Tabla 32: Puntuación y calificación de la encuesta

	CALIFICACIÓN				
	DEFICIENTE	BAJO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
PUNTUACIÓN	1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del pre test se muestran a continuación:

Tabla 33: Resultados de la encuesta

Encuestado	INDICADOR									
	Fiabilidad		Específica		Alcance y relevancia		Practicidad		Novedad tecnológica	
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10
E01	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2
E02	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
E03	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1
E04	2	2	3	2	2	2	1	2	2	1
E05	3	3	3	3	4	2	2	2	2	2
E06	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

El puntaje óptimo por cada encuestado es de 50 puntos, de la tabla se tiene como puntaje máximo 28 puntos, mientras que como puntaje mínimo 17 puntos, como se muestra en la Tabla 34:

Tabla 34: Muestra PRE TEST del Seguimiento y control

<b>ENCUESTADO</b>	<b>RESULTADO PRETEST</b>
<b>E01</b>	25
<b>E02</b>	28
<b>E03</b>	17
<b>E04</b>	19
<b>E05</b>	26
<b>E06</b>	21

Fuente: Elaboración propia

Para enfrentar esta problemática y mejorar la aceptación de la información proporcionada del proceso de seguimiento y control de proyectos a las partes interesadas, se propone aplicar el Andon, que es una herramienta Lean, el cual incorpora elementos visuales y de texto, cuya utilidad es la de brindar información en tiempo real y retroalimentación del estado de un proceso, así como la de notificar problemas de calidad por determinados motivos; todo esto dentro de un contexto de fácil identificación y entendimiento para las partes interesadas.

La información proporcionada por el Andon, es eficiente, y permite identificar o señalar la existencia de una condición normal o anormal, y que alguna acción puede ser requerida en ese momento.

A continuación, se muestra una serie de elementos para aplicación de Andon en la empresa, según la naturaleza de nuestro caso de estudio:

Cuadro de Mando Integral de los Indicadores de Desempeño de Proyectos.

Las partes interesadas, entre ellos los responsables de monitorear el desarrollo y progreso de los proyectos, necesitan contar con un tablero de control, que les permita saber si el proyecto está yendo por buen camino, o en todo caso, identificar qué es lo que está fallando, para tomar acciones correctivas.

Para el diseño de este cuadro de mando integral se ha considerado los indicadores de desempeño de proyectos considerados en la guía PMBOK, para mejorar el seguimiento, control y monitoreo de los proyectos, para lo cual se

definen previamente algunos conceptos importantes para el entendimiento y comprensión de estos indicadores:

Tabla 35: Indicadores de Gestión de desempeño

INDICADORES DE GESTIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS (GUÍA DEL PMBOK)				
INDICADOR	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	ANOTACIÓN	FÓRMULA
EV (Earned Value)	VALOR GANADO	El valor ganado de una actividad es su porcentaje de terminación por su costo total presupuestado. Es el porcentaje del presupuesto original que se adquirido por el trabajo realizado.	COSTO DE TRABAJO REALIZADO	
PV (Planned Value)	VALOR PLANIFICADO	Es el cálculo de costos de los recursos programados en una línea base cronológica acumulativa	COSTO PRESUPUESTADO DEL TRABAJO	
AC (Actual Cost)	COSTO REAL	Suma de costos en que se incurrió para cumplir con el trabajo.	COSTO REAL DEL TRABAJO COMPLETADO	
CV (Cost variance)	VARIACIÓN DEL COSTO	Diferencia entre el valor ganado y los costos reales del trabajo completado a la fecha.		$CV = EV - AC$
SV (Schedule variance)	VARIACIÓN DEL CRONOGRAMA	Diferencia entre el valor ganado y la línea base a la fecha (valor planificado)		$SV = EV - PV$
CPI (Cost performance index)	ÍNDICE DE DESEMPEÑO DEL COSTO	Medida de gestión de valor ganado que indica la eficiencia con que se está llevando a cabo el trabajo con respecto al costo presupuestado del mismo.		$CPI = EV/AC$
SPI (Schedule performance index)	ÍNDICE DEL DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA	El índice de desempeño del cronograma es una medida de gestión de valor ganado que indica cuando eficientemente se está realizando el trabajo programado. Mide el cumplimiento de avance en los tiempos del proyecto.		$SPI = EV/PV$

Fuente: Elaboración propia

Estos indicadores de desempeño se realizan para cada proyecto y el método utilizado por la Guía del PMBOK es la Gestión de Valor ganado para tener un control del estado de los proyectos y de su avance según lo planificado.

La relación entre los indicadores de desempeño mencionado anteriormente se presenta a continuación:

$$(SPI = EV / PV)$$

$SPI < 1$  El proyecto está retrasado respecto a lo planificado

$SPI = 1$  Situación de estabilidad, el proyecto marcha según lo planeado

$SPI > 1$  El proyecto está adelantado con respecto a lo planificado.

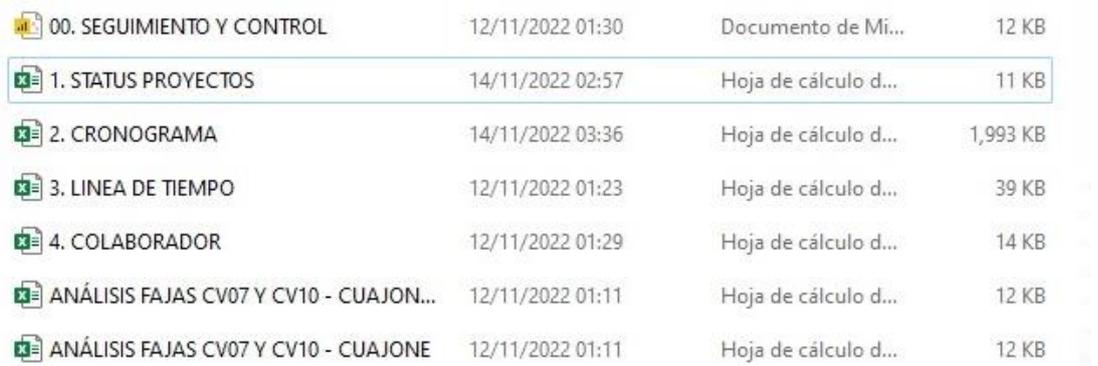
$CPI < 1$  Sobrecosto, ineficiencia en el uso de recursos. Por encima del presupuesto.

CPI =1 En costo, situación de estabilidad, de acuerdo al programa. Dentro del presupuesto.

CPI >1 Bajo costo, eficiencia en el uso de recursos. Por debajo del presupuesto. En el diseño del cuadro de mando integral figuran los indicadores de desempeño del cronograma y costo. Además, se indica los objetivos que se espera lograr para obtener un nivel óptimo de desempeño, el responsable de realizar los reportes y su frecuencia de medición.

El rango de referencia de los valores alcanzados va a facilitar tener un manejo y control de los indicadores, si se encuentra en un nivel óptimo, aceptable o deficiente.

Por lo anteriormente mencionado, se ordenó la base de datos de los proyectos y se establecieron formatos de hojas Excel (ver Figura 32) para luego de ello importarlos en el software Power Bi y realizar el modelamiento de datos como se observa en la Figura 33.



00. SEGUIMIENTO Y CONTROL	12/11/2022 01:30	Documento de Mi...	12 KB
1. STATUS PROYECTOS	14/11/2022 02:57	Hoja de cálculo d...	11 KB
2. CRONOGRAMA	14/11/2022 03:36	Hoja de cálculo d...	1,993 KB
3. LINEA DE TIEMPO	12/11/2022 01:23	Hoja de cálculo d...	39 KB
4. COLABORADOR	12/11/2022 01:29	Hoja de cálculo d...	14 KB
ANÁLISIS FAJAS CV07 Y CV10 - CUAJON...	12/11/2022 01:11	Hoja de cálculo d...	12 KB
ANÁLISIS FAJAS CV07 Y CV10 - CUAJONE	12/11/2022 01:11	Hoja de cálculo d...	12 KB

Figura 32: Base de datos en archivos Excel para generar los reportes.

Fuente: Elaboración propia.

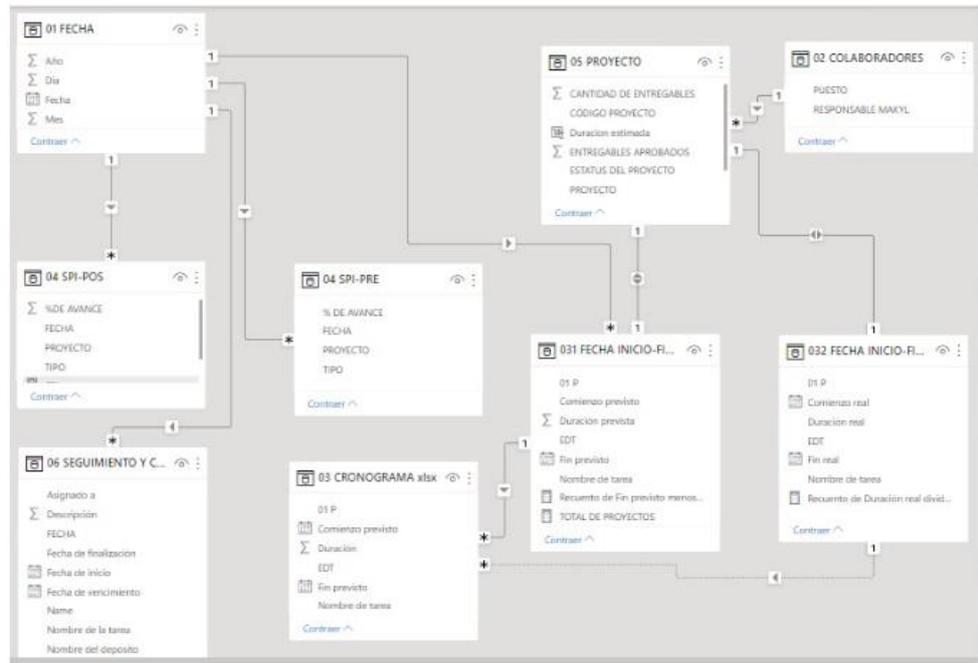


Figura 33: Modelamiento de datos en Power Bi.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se presenta el cuadro de mando integral realizado considerando los indicadores de desempeño y los requerimientos de las partes interesadas:

# REPORTE DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

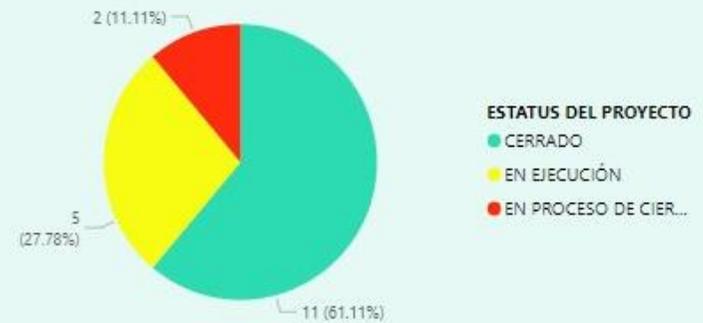
18

TOTAL DE PROYECTOS

229

CANTIDAD DE ENTRE...

PROYECTO por ESTATUS DEL PROYECTO



09/06/2021 18/04/2023

CÓDIGO PROYECTO	ESTATUS DEL PROYECTO	RESPON SABLE CLIENTE	RESPON SABLE MAKYL	COMIENZO PREVISTO	Fin previsto	Comienzo real	Fin real
MAK-YTO-RE-004	CERRADO	J.P	A.G	23/11/2021	04/01/2022	23/11/2021	23/12/2021
MAK-YTO-PRE-008	CERRADO	J.P	A.G	06/09/2021	26/10/2021	06/09/2021	02/12/2021
MAK-YTO-POS-001	CERRADO	J.P	A.R	05/02/2022	01/04/2022		
MAK-YTO-POS-006	EN EJECUCIÓN	J.P	A.R	11/03/2022	04/05/2022		
MAK-YTO-PRE-001	CERRADO	J.P	A.R	01/07/2021	28/08/2021	01/07/2021	05/10/2021
MAK-YTO-PRE-006	CERRADO	J.P	A.R	25/11/2021	24/01/2022	25/11/2021	31/12/2021
MAK-YTO-POS-003	EN PROCESO DE CIERRE	D.E	M.M	23/02/2022	18/04/2022		
MAK-YTO-POS-007	EN EJECUCION	D.E	M.M	12/03/2022	05/05/2022		
MAK-YTO-PRE-003	CERRADO	D.E	M.M	04/09/2021	07/11/2021	04/09/2021	01/12/2021
MAK-YTO-PRE-007	CERRADO	D.E	M.M	28/10/2021	07/12/2021	28/10/2021	06/01/2022
MAK-YTO-POS-005	EN EJECUCIÓN	F.G	N.S	26/02/2022	21/04/2022		
MAK-YTO-POS-009	EN EJECUCION	A.S	N.S	15/04/2022	08/06/2022		
MAK-YTO-PRE-005	CERRADO	F.G	N.S	19/10/2021	13/12/2021	19/10/2021	05/01/2022
MAK-YTO-PRE-009	CERRADO	A.S	N.S	28/09/2021	12/11/2021	28/09/2021	27/12/2021
MAK-YTO-POS-002	CERRADO	A.S	R.M	10/05/2022	16/06/2022		

CLIENTE

- A.S
- D.E
- F.G
- J.C
- J.P

RESP...

- A.G
- A.R
- M.M
- N.S
- R.M

# REPORTE DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

6

TOTAL DE PROYECTOS

77

CANTIDAD DE ENTRE...

PROYECTO por ESTATUS DEL PROYECTO



09/06/2021 18/04/2023

CÓDIGO PROYECTO	ESTATUS DEL PROYECTO	RESPON SABLE CLIENTE	RESPON SABLE MAKYL	COMIENZO PREVISTO	Fin previsto	Comienzo real	Fin real
MAK-YTO-POS-008	EN EJECUCIÓN	J.P	A.G	07/04/2022	07/05/2022		
MAK-YTO-PRE-008	CERRADO	J.P	A.G	06/09/2021	26/10/2021	06/09/2021	02/12/2021
MAK-YTO-POS-001	CERRADO	J.P	A.R	05/02/2022	01/04/2022		
MAK-YTO-POS-006	EN EJECUCIÓN	J.P	A.R	11/03/2022	04/05/2022		
MAK-YTO-PRE-001	CERRADO	J.P	A.R	01/07/2021	28/08/2021	01/07/2021	05/10/2021
MAK-YTO-PRE-006	CERRADO	J.P	A.R	25/11/2021	24/01/2022	25/11/2021	31/12/2021

CLIENTE

- A.S
- D.E
- F.G
- J.C
- J.P

RESPON...

- A.G
- A.R



Figura 36: Cuadro de mando integral  
Fuente: Elaboración propia en Power Bi

Este gráfico, muestra, por lo tanto, una fotografía de nuestro portafolio de proyectos en un instante de tiempo determinado, y en función de su análisis, tomar decisiones con la finalidad de encaminar los tiempos y costos del proyecto.

El objetivo es ayudar a los ejecutivos a simplificar su toma de decisiones, y mejorar la comunicación entre el Jefe de Proyectos, el gerente y otras partes interesadas, diseñando un reporte, el cual contiene información solamente de los sucesos extraordinarios.

Este tablero de control da indicaciones visibles del avance y desarrollo de los entregables del proyecto, y proporcionan información al resto de la organización permitiendo el intercambio oportuno de conocimiento,

Todas estas herramientas de gestión que representan la aplicación del Andon y que serán utilizados para mejorar el proceso del seguimiento y control de proyectos para la empresa, así como de la toma de decisiones por parte de los ejecutivos, serán publicados en un lugar donde la gente pueda identificar y ver la información fácilmente. Además, son concebidos para que el reporte de los mismos sea realizado con una frecuencia determinada y fáciles de actualizar. Caracterizados además por ser de no tan sofisticada tecnología, pero de alto impacto, en el sentido en que se procesan manualmente en lugar de generarse electrónicamente y de una utilidad relevante en la toma de decisiones.

#### Resultados Post Test

Luego de presentados los indicadores al personal involucrado en el seguimiento y control de proyectos, se realizó una nueva encuesta obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 37: Resultados de la encuesta de valoración de parámetros de control propuestos

Encuestado	INDICADOR									
	Fiabilidad		Específica		Alcance y relevancia		Practicidad		Novedad tecnológica	
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10
E01	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
E02	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
E03	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4
E04	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4
E05	4	3	3	4	5	3	3	4	4	4
E06	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Fuente: Elaboración propia

El puntaje óptimo por cada encuestado es de 50 puntos, de la tabla se tiene como puntaje máximo 40 puntos, mientras que como puntaje mínimo 35 puntos, como se muestra a continuación.

Tabla 38: Muestra POST TEST del Seguimiento y control

<b>ENCUESTADO</b>	<b>RESULTADO POST TEST</b>
<b>E01</b>	39
<b>E02</b>	38
<b>E03</b>	35
<b>E04</b>	38
<b>E05</b>	36
<b>E06</b>	40

Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Análisis de resultados

### Generalidades

A continuación, se procede con la exposición de los resultados obtenidos de las pruebas de normalidad y de las pruebas de hipótesis de este estudio, en la cual se presenta la información recabada de las muestras en condición pre test y en condición post test, de tal forma que pueda comprobarse y verificarse el contraste de las mismas, por medio del análisis de la estadística inferencial y determinar si se aceptan las hipótesis presentadas en la investigación.

Cabe indicar que para poder obtener el resultado de las pruebas se ha usado el software estadístico SPSS versión 27, este software nos brinda las herramientas necesarias para llevar a cabo el análisis de datos, la creación de tablas y gráficos, lo cual nos permite, además, mostrar de una forma más clara y precisa, los resultados que se han obtenido.

### Prueba de Normalidad

Para las pruebas de normalidad se plantearon las siguientes hipótesis:

Planteamiento de la Hipótesis: Nivel de significancia (Sig.) = 0.05

**H<sub>0</sub>**: Hipótesis Nula. Los datos de la muestra, siguen una distribución normal.

**H<sub>1</sub>**: Hipótesis Alternativa o Alterna. Los datos de la muestra, no siguen una distribución normal.

Regla de decisión:

Si el nivel de significancia es un valor mayor o igual a 0,05 (Sig.  $\geq$  0,05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H<sub>0</sub>).

Por lo tanto, se concluye que los datos siguen una distribución normal.

Si el nivel de significancia es un valor menor a 0,05 (Sig.  $<$  0,05), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H<sub>1</sub>).

Por lo tanto, se concluye que los datos no siguen una distribución normal.

**Hipótesis 01: Mediante la aplicación del Kanban mejora el índice de desempeño del cronograma de proyectos en una empresa de servicios mineros.**

Pruebas de normalidad.

Muestra pre test y post test:

En concordancia a lo expuesto en el presente trabajo de investigación las muestras comprenden a los índices de desempeño del cronograma de los proyectos (SPI) llevados a cabo dentro de los meses de agosto del 2021 y enero del 2022, y el semestre correspondiente al periodo de abril-setiembre del año 2022.

En la siguiente tabla, se puede ver los 24 datos de la muestra pre antes de aplicar el Kanban, como herramienta de mejora, y los 24 datos de la muestra post una vez ya aplicada la variable independiente.

Tabla 39: Muestra Pre Test y Post Test del índice de cronograma de proyectos

<b>AÑO 2021</b>	<b>ÍNDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA 1</b>	<b>AÑO 2022</b>	<b>ÍNDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA 2</b>
Semana 33	1.00	Semana 14	1.05
Semana 34	0.99	Semana 15	1.03
Semana 35	0.94	Semana 16	0.98
Semana 36	0.87	Semana 17	0.99
Semana 37	0.83	Semana 18	0.98
Semana 38	0.82	Semana 19	0.97
Semana 39	0.83	Semana 20	0.95
Semana 40	0.80	Semana 21	0.93
Semana 41	0.82	Semana 22	0.99
Semana 42	0.90	Semana 23	0.98
Semana 43	0.80	Semana 24	0.91
Semana 44	0.76	Semana 25	0.88
Semana 45	0.68	Semana 26	0.92
Semana 46	0.68	Semana 27	0.92
Semana 47	0.67	Semana 28	0.88
Semana 48	0.71	Semana 29	0.88
Semana 49	0.69	Semana 30	0.93
Semana 50	0.79	Semana 31	0.89
Semana 51	0.79	Semana 32	0.88
Semana 52	0.86	Semana 33	0.90
Semana 01	0.97	Semana 34	1.02
Semana 02	1.00	Semana 35	1.05
Semana 03	1.00	Semana 36	1.02
Semana 04	1.01	Semana 37	1.03

Fuente: Elaboración propia

Con la finalidad de realizar el análisis correspondiente se tomó en cuenta un emparejamiento relativo entre los datos de la evaluación pre con la evaluación post.

Prueba paramétrica Pre Test y Post Test

Muestra PRE y muestra POST

Estadísticos descriptivos

Con la información proporcionada por los estadísticos descriptivos, se contó con un resumen preciso de los datos, los cuales pudieron ser analizados por tendencia central o por dispersión.

En la siguiente tabla, se puede apreciar los datos estadísticos descriptivo de las muestras Pre test y Post Test del índice de desempeño de cronograma, como son la Mediana, la Varianza, la Media, La Desviación estándar y otros datos obtenidos por medio del software SPSS Versión 27.

Tabla 40: Estadísticos descriptivos de las muestras Pre Test y Post Test

<b>Muestra Pre test (1) - Post test (2)</b>		<b>Estadístico</b>	<b>Desv. Error</b>	
Índice de desempeño del cronograma 1	Muestra pre	Media	,8421	,02312
		Mediana	,8250	
		Varianza	,013	
		Desviación estándar	,11325	
Índice de desempeño del cronograma 2	Muestra post	Media	,9567	,01187
		Mediana	,9600	
		Varianza	,003	
		Desviación estándar	,05814	

Fuente: SPSS Versión 27

Muestra Pre Test:

- Media: 0,8421
- Mediana: 0,8250
- Varianza: 0,013
- Desviación estándar: 0,11325

Muestra Post Test

- Media: 0,9567
- Mediana: 0,9600
- Varianza: 0,003
- Desviación estándar: 0,05814

### Prueba de Normalidad

Considerando la cantidad de datos de la muestra (24) en pre y post respectivamente, las muestras fueron sometidas a la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, por medio del software SPSS versión 27, con la finalidad de determinar si la distribución de los datos de la muestra es normal, es decir, si es paramétrica o no, lo cual, podemos apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 41: Pruebas de normalidad para las muestras Pre Test y Post Test

Pruebas de normalidad						
Muestra Pre test (1) - Post test (2)	Kolmogorov - Smirnov a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Índice de desempeño del cronograma 1	,126	24	,200	,921	24	<b>,062</b>
Índice de desempeño del cronograma 2	,135	24	,200	,919	24	<b>,057</b>
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: SPSS Versión 27

En concordancia a los resultados conseguidos en la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se precisó que:

Para las muestras presentadas, los valores asignados del Sig. respectivamente son: 0.062 y 0.057. Como puede apreciarse, ambos valores de significancia, que corresponden a la muestra pre y post, son mayores a 0.05, por lo que, considerando los criterios de evaluación mencionados anteriormente, se aceptó la Hipótesis Nula  $H_0$  y se rechazó la Hipótesis Alternativa  $H_1$ , concluyendo que los datos de la muestra SÍ tienen una distribución normal.

Contrastación de Hipótesis

**Hipótesis Específica 01:** Mediante la aplicación del Kanban mejora el índice de desempeño del cronograma de proyectos en una empresa de servicios mineros.

**H<sub>0</sub>**: La media de los datos Pre-Test es mayor o igual que la media de los datos Post Test.

El Kanban entonces NO mejora el índice de desempeño del cronograma de proyectos en una empresa de servicios mineros.

**H<sub>1</sub>**: La media de los datos Pre-Test es menor que la media de los datos del Post Test.

El Kanban entonces SÍ mejora el índice de desempeño del cronograma de proyectos en una empresa de servicios mineros.

Regla de decisión

Si  $t$  es positivo: No rechazamos **H<sub>0</sub>**.

Si  $t$  es negativo:  $\text{Sig.}/2 < 0.05$  entonces se rechaza **H<sub>0</sub>** y se acepta **H<sub>1</sub>**.

Prueba de significancia

Dado que los datos son de naturaleza numérica; pertenecientes a muestras relacionadas, debido a que corresponden al mismo grupo de análisis (proyectos de ingeniería) para la muestra Pre Test y Post Test, desarrollados bajo la mismas actividades de proceso; y que además, tanto la muestra Pre Test y la muestra Post Test provienen de una distribución normal, se determinó utilizar la Prueba de T de Student para 02 muestras relacionadas, la cual es una prueba de hipótesis que nos permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística de manera significativa respecto a las medias de los datos Pre-Test y Post Test.

Prueba paramétrica de T de Student para 02 muestras relacionadas.

En el siguiente cuadro se muestra los resultados de la prueba de hipótesis para las muestras relacionadas, realizada con el software SPSS Versión 27, el cual nos muestra el valor de  $t = -7,960$ . Este dato nos permitió aplicar la regla de decisión y determinar los resultados para el contraste de la hipótesis.

Tabla 27: Resultados de la prueba de hipótesis de muestras relacionadas Pre y Post Test

	Prueba de muestras emparejadas							
	Diferencias emparejadas							
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
ÍNDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA 1 - ÍNDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA 2	-,11458	,07052	,01440	-,14436	-,08480	-7,960	23	<.001

Fuente: SPSS Versión 27

A continuación, se aplicó la regla de decisión, realizando los cálculos correspondientes, según los valores obtenidos en la tabla anterior:

$$t = -7,960 \text{ y Sig.} < 0,001$$

Si  $t$  es negativo,  $\text{Sig.}/2$  es  $< 0,05$

$$\text{Sig.}/2 = 0.0005$$

Por lo que  $\text{Sig.}/2$  es  $< 0,05$ , entonces se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

**$H_1$ :** La media de los datos Pre-Test es menor que la media de los datos del Post Test. El Kanban entonces SÍ mejora el índice de desempeño del cronograma de proyectos en una empresa de servicios mineros.

Por lo anteriormente expuesto se demostró que la propuesta de aplicación del Kanban tuvo un efecto positivo y significativo con un incremento en el índice de desempeño del cronograma del proyecto.

**Hipótesis 02: Mediante la aplicación del AMEF se reduce la cantidad de entregables no conformes de proyectos en una empresa de servicios mineros.**

Muestra pretest y post test:

Conforme a lo mencionado, la muestra Pre Test corresponde al % de entregables no conformes de los proyectos entregados entre los periodos de agosto 2021 a enero 2022. En la siguiente tabla se pueden apreciar los 6 datos de la muestra pre antes de la propuesta de aplicación del AMEF y una vez ya aplicada la herramienta se observan 6 datos en la muestra post en la siguiente tabla:

Tabla 42: Muestras pre y post test % de entregables no conformes.

<b>PRE TEST (2021)</b>	<b>% NO CONFORMES</b>	<b>POST TEST (2022)</b>	<b>% NO CONFORMES</b>
AGOSTO	100.00%	ABRIL	25.00%
SETIEMBRE	67.86%	MAYO	14.29%
OCTUBRE	63.33%	JUNIO	15.56%
NOVIEMBRE	25.93%	JULIO	20.00%
DICIEMBRE	12.50%	AGOSTO	16.67%
ENERO	75.00%	SETIEMBRE	20.00%

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis respectivo se consideró un emparejamiento relativo entre los datos de la evaluación pre con la evaluación post.

Prueba paramétrica Pre Test y Post Test

Muestra PRE y Muestra POST

Estadísticos descriptivos

En la siguiente tabla se muestran los datos estadísticos descriptivo de las muestras Pre test y Post Test del % No conformes de entregables, como son la Media, la Mediana, la Varianza y desviación estándar obtenidos a través del software versión 27.

Tabla 43: Estadísticos descriptivos de las muestras Pre Test y Post Test.

<b>Muestra Pre test (1) - Post test (2)</b>		<b>Estadístico</b>	<b>Desv. Error</b>	
% de No conformes 1	Muestra pre	Media	57, 4361%	13, 26109%
		Mediana	65, 5952%	
		Varianza	1055, 139	
		Desviación estandar	32, 48291%	
% de No conformes 2	Muestra post	Media	18, 5860%	1,59644%
		Mediana	18, 3350%	
		Varianza	15, 292	
		Desviación estandar	3, 91046%	

Fuente: SPSS Versión 27

Muestra Pre Test:

- Media: 57,4361%
- Mediana: 65,5952%
- Varianza: 1055,139
- Desviación estándar: 32,48291%

Muestra Post Test

- Media: 18,5860%
- Mediana: 18,3350%
- Varianza: 15,292
- Desviación estándar: 3,91046%

### Prueba de Normalidad

Por la cantidad de datos que se cuentan (06) en pre y post respectivamente, las muestras fueron sometidas a la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, por medio del programa software SPSS versión 27, con la finalidad de verificar si la distribución es normal o no, es decir, si es paramétrica, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 44: Prueba de Normalidad de las muestras Pre Test y Post Test

Pruebas de normalidad						
Muestra Pre test (1) - Post test (2)	Kolmogorov - Smirnov a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% NO CONFORMES 1	,239	6	,200	,940	6	<b>,662</b>
% NO CONFORMES 2	,192	6	,200	,929	6	<b>,575</b>
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: SPSS Versión 27

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk se determinó que:

Para la muestra revisada los valores de Sig. respectivamente son: 0.662 y 0.575. Ambos valores de significancia tanto de la muestra pre y post son mayores a 0.05, de modo que, la Hipótesis Nula  $H_0$  se aceptó  $H_0$  y se rechazó la Hipótesis Alterna  $H_1$ , asimismo se concluyó que los datos de la muestra son de una distribución normal.

Contrastación de Hipótesis

**Hipótesis Específica 02:** Si se aplica el AMEF, entonces se reduce la cantidad de entregables no conformes de proyectos en una empresa de servicios mineros.

**H<sub>0</sub>:** La media de los datos Pre-Test es menor o igual que la media de los datos Post Test.

El AMEF entonces NO reduce la cantidad de entregables no conformes de proyectos en una empresa de servicios mineros.

**H<sub>1</sub>:** La media de los datos Pre-Test es mayor que la media de los datos del Post Test.

El AMEF entonces SÍ reduce la cantidad de entregables no conformes de proyectos en una empresa de servicios mineros.

Regla de decisión.

Si  $t$  es negativo: No rechazamos **H<sub>0</sub>**.

Si  $t$  es positivo:  $\text{Sig.}/2 < 0.05$ , entonces se rechaza **H<sub>0</sub>** y se acepta **H<sub>1</sub>**.

Prueba de significancia

Dado que los datos son de naturaleza numérica; de muestras relacionadas, debido a que son el mismo grupo de análisis para la muestra Pre Test y Post Test; y que, además, ambas muestras provienen de una distribución normal, se determinó usar la Prueba de T de Student para 02 muestras relacionadas, la cual es una prueba de hipótesis que permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística de manera significativa respecto a sus medias.

Luego, en la siguiente tabla, se observa en la prueba de T de Student para 02 muestras relacionadas, que el valor  $t = 3,072$  y el valor  $\text{Sig.} = 0,028$ , lo cual nos permite aplicar la regla de decisión para el contraste de la hipótesis.

Tabla 45: Resultados de la prueba de hipótesis de muestras relacionadas Pre y Post Test

	Prueba de muestras emparejadas							
	Diferencias emparejadas							
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
% NO CONFORMES 1 - % NO CONFORMES 2	38,85011%	30,97969%	12,64741%	6,33892%	71,36131%	3,072	5	,028

Fuente: SPSS Versión 27

A continuación, se aplicó la regla de decisión, realizando los cálculos correspondientes, según los valores obtenidos en la tabla anterior:

$t = 3,072$  y  $\text{Sig.} = 0,028$

Si  $t$  es positivo  $\text{Sig.}/2$  es  $= 0,014$

Por lo que  $\text{Sig.}/2$  es  $< 0,05$ , entonces se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

De acuerdo al resultado mostrado, el % de entregables no conformes entregados al cliente antes de la propuesta de aplicación del AMEF, muestra una diferencia estadística significativa, al nivel del % de no conformes después de la aplicación.

Con lo cual, para este contraste de muestras acepta la hipótesis alterna o lo que es lo mismo, la hipótesis del investigador:

**$H_1$ :** El AMEF entonces SÍ reduce la cantidad de entregables no conformes de proyectos en una empresa de servicios mineros.

Por todo lo antes expuesto, se evidencia claramente que el desarrollo de la herramienta AMEF tuvo un efecto positivo y significativo con una reducción en el nivel de % de no conformidad de entregables que se obtuvo posteriormente.

**Hipótesis 03: Mediante la aplicación del Andon Control Visual mejora el seguimiento y control de proyectos en una empresa de servicios mineros.**

Pruebas de normalidad

Muestra pre test y post test:

De acuerdo a lo expuesto anteriormente las muestras se obtuvieron a través de una encuesta, el cual pasó los procesos de validación por juicio de expertos y por un análisis de confiabilidad, lo cual garantiza la validez de los datos obtenidos.

En la siguiente tabla, se puede observar los 06 datos obtenidos de la muestra pre, que corresponden al % de aceptación al proceso de seguimiento y control, de las partes

interesadas evaluadas a través de una encuesta, realizada antes de la propuesta de aplicación de la herramienta Andon Control Visual, y se puede observar además los resultados Post, obtenidos bajo el mismo criterio, pero luego de la aplicación de la mejora.

Tabla 46: Muestra pre test y post test del % de aceptación

<b>ENCUESTADO</b>	<b>% ACEPTACIÓN PRE TEST</b>	<b>% ACEPTACIÓN POS TEST</b>
E01	50%	78%
E02	56%	76%
E03	34%	70%
E04	38%	76%
E05	52%	72%
E06	42%	80%

Fuente: Encuesta  
Elaboración Propia

### **Prueba paramétrica**

Muestra PRE y muestra POST

Estadísticos descriptivos

En la siguiente tabla se aprecian los datos estadísticos descriptivo de las muestras Pre test y Post Test del % de aceptación de las partes interesadas como son la Media, la Mediana, la Varianza y desviación estándar determinados por medios del software SPSS Versión 27.

Tabla 47: Estadísticos descriptivos de las muestras Pre Test y Post Test

<b>Descriptivos</b>				
<b>Muestra Pre test (1) - Post test (2)</b>			<b>Estadístico</b>	<b>Desv. Error</b>
% de Aceptacion 1	Muestra pre	Media	45,3333%	3,52767%
		Mediana	46,0000%	
		Varianza	74,667	
		Desviación estandar	8,64099%	
% de Aceptacion 2	Muestra post	Media	75,3333%	1,52023%
		Mediana	76,0000%	
		Varianza	13,867	
		Desviación estandar	3,72380%	

Fuente: SPSS Versión 27

Muestra Pre Test:

- Media: 45,3333%
- Mediana: 46%
- Varianza: 74,667
- Desviación estándar: 8,64099%

Muestra Post Test

- Media: 75,3333%
- Mediana: 76%
- Varianza: 13,867
- Desviación estándar: 3,72380%

### **Prueba de Normalidad**

Por el número de datos que se tienen (6) en pre y post respectivamente, las muestras son rendidas a la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, por medio del programa software SPSS versión 27, con la finalidad de determinar si los datos de la muestra siguen una distribución normal, es decir, si es paramétrica, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 48: Prueba de normalidad

<b>Pruebas de normalidad</b>						
Muestra Pre test (1) - Post test (2)	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% ACEPTACIÓN 1	,205	6	,200	,945	6	<b>,698</b>
% ACEPTACIÓN 2	,238	6	,200	,950	6	<b>,737</b>
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: SPSS Versión 27

Dado que la cantidad por cada muestra es de 06 datos, se eligió los valores estadísticos de Shapiro-Wilk, obteniéndose un valor de significancia de 0,698 para la muestra pre test y de 0,737 para la muestra post test y al ser ambos valores mayores a 0,05, se precisó que la muestra presenta una distribución NORMAL.

Prueba de Hipótesis

**H<sub>0</sub>:** El Andon Control Visual NO mejora el seguimiento y control de proyectos en una empresa de servicios mineros.

**H<sub>1</sub>:** El Andon Control Visual SÍ mejora el seguimiento y control de proyectos en una empresa de servicios mineros.

Prueba de significancia

Dado que los datos son de naturaleza numérica; de muestras relacionadas, debido a que es el mismo grupo de análisis para la muestra Pre Test y Post Test; y que, además, ambas muestras provienen de una distribución normal, se determinó utilizar la Prueba de T de Student de muestra emparejadas, la cual es una prueba de hipótesis que permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística de manera significativa respecto a sus medias.

T de Student de Muestras emparejadas

Para la prueba de T de Student de muestras emparejadas se tienen:

- Estadísticas de muestras emparejadas
- Correlaciones de muestras emparejadas

Prueba de hipótesis de T de Student de muestras emparejadas

En la prueba de hipótesis de T de Student para 02 muestras relacionadas, que se muestra en la siguiente tabla, se puede apreciar que el valor de  $t = -8,566$  y la significancia (Sig.) es  $<$  de 0,001, lo cual nos permite realizar la regla de decisión para contrastar la hipótesis.

Tabla 49: Resultados de la prueba de hipótesis de muestras relacionadas pre y post test

	Prueba de muestras emparejadas							
	Diferencias emparejadas							
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
% ACEPTACION 1 - % ACEPTACION 2	-			-	-			
	30,00000%	8,57904%	3,50238%	39,00315%	20,99685%	-8,566	5	<.001

Fuente: SPSS Versión 27

A continuación, se aplicó la regla de decisión, realizando los cálculos correspondientes, según los valores obtenidos en la tabla anterior:

$$t = -8,566 \text{ y Sig. } < 0,001$$

Si  $t$  es negativo,  $\text{Sig.}/2$  es  $< 0,0005$

Por lo que  $\text{Sig.}/2$  es  $< 0,05$ , entonces se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

Dado que la  $\text{Sig.}/2$  es  $< 0,05$  y respetando el criterio de evaluación, se rechazó la hipótesis nula  $H_0$  y se aceptó la hipótesis alterna  $H_1$ , afirmando que existe una diferencia estadística significativa entre el % de aceptación de las partes interesadas del proceso de seguimiento y control de proyectos, pre test y post test respectivamente.

Por lo tanto, se llegó a concluir que: Mediante la aplicación del Andon Control Visual Sí mejora el seguimiento y control de proyectos en una empresa de servicios mineros. Con lo cual, además, de todo lo antes expuesto se evidencia claramente que la Aplicación del Andon Control Visual, tuvo un efecto positivo y significativo en la aceptación del proceso de seguimiento y control por las partes interesadas.

Tabla 50: Resumen de resultados

<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>PRETEST</b>	<b>POST TEST</b>	<b>DIFERENCIA</b>
Mediante la aplicación del Kanban mejora el índice de desempeño del cronograma de proyectos en una empresa de servicios mineros.	Índice de desempeño del cronograma	Kanban	Índice de desempeño del cronograma (SPI)	0.84	0.96	0.12 (Aumentó en un 14.29%)
Mediante la aplicación del AMEF se reduce la cantidad de entregables no conformes del proyecto en una empresa de servicios mineros.	Entregables no conformes	AMEF	% entregables no conformes	57.44%	18.58%	38.85% (Disminuyó en un 67.65%)
Mediante la aplicación del Andon Control Visual mejora el seguimiento y control de proyectos en una empresa de servicios mineros.	Seguimiento y control	Andon Control Visual	% aceptación	45.33%	75.33%	30.00% (Aumentó en un 66.18%)

Fuente: Elaboración propia

## Análisis económico

### COSTO DE LA PROPUESTA DE APLICACIÓN

El análisis económico se realizó relacionando el beneficio económico logrado por la aplicación de la metodología Lean Service en la gestión de proyectos de la empresa y el costo total asociado a los recursos necesarios para la aplicación de la metodología.

Tabla 51: Costo de la aplicación de Lean Service

<b>COSTO DE LA APLICACIÓN DE LEAN SERVICE</b>			
	Unid	Precio Unit.	Precio Total (S/.)
Laptop	1	2500	2,500.00
Equipo Multimedia	1	2150	2,150.00
Impresora	1	600	600.00
Estantes	2	1500	3,000.00
Sistema software	1	3400	3,400.00
Folletos	200	3	600.00
Papel bond	3000	0.015	45.00
Archivadores	16	8.5	136.00
Capacitaciones	6	600	3,600.00
Tablero visual	2	800	1,600.00
Útiles de oficina	Varios	Varios	420.00
			<b>18,051.00</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se aprecia el costo total de la aplicación de la metodología Lean Service, en relación a los recursos utilizados para llevar a cabo las mejoras en el proceso de gestión de proyectos de la empresa en estudio. El costo total asciende a s/18,051.00.

### BENEFICIO ECONÓMICO

En base a la información proporcionada por los tres diagramas de análisis de procesos de las actividades cuyos tiempos han sido mejorados en virtud de la aplicación de las herramientas Lean y la información de costos por hora del personal asociado al desarrollo de esas actividades, se procede a determinar el costo total de las actividades antes y después de la mejora.

Tabla 52: Costo total por actividad

<b>COSTO DE PROCESO</b>						
<b>PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN OBTENIDA EN CAMPO</b>						
<b>COSTEO ANTES DE LA MEJORA</b>				<b>COSTEO DESPUÉS DE LA MEJORA</b>		
Agente de costo	Tiempo de operación (hrs)	Costo/hora (s/.)	Costo total actividad	Tiempo de operación (hrs)	Costo/hora (s/.)	Costo total actividad (s/.)
Analista mecánico	141.5	25	3,537.50	96.5	25	2,412.50
Planner	0.5	15	7.5	2	15	30
Consultor				4	40	160
	142		<b>3,545.00</b>	102.5		<b>2,602.50</b>
<b>COSTO DE PROCESO</b>						
<b>GENERACIÓN DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN</b>						
<b>COSTEO ANTES DE LA MEJORA</b>				<b>COSTEO DESPUÉS DE LA MEJORA</b>		
Agente de costo	Tiempo de operación (hrs)	Costo/hora (s/.)	Costo total actividad	Tiempo de operación (hrs)	Costo/hora (s/.)	Costo total actividad (s/.)
Analista mecánico	73	25	1,825.00	49	25	1,225.00
	73		<b>1,825.00</b>	49		<b>1,225.00</b>
<b>COSTO DE PROCESO</b>						
<b>ELABORACIÓN DE INFORMES Y PLANOS</b>						
<b>COSTEO ANTES DE LA MEJORA</b>				<b>COSTEO DESPUÉS DE LA MEJORA</b>		
Agente de costo	Tiempo de operación (hrs)	Costo/hora (s/.)	Costo total actividad	Tiempo de operación (hrs)	Costo/hora (s/.)	Costo total actividad (s/.)
Cadista	199.5	18	3,591.00	134.5	18	2,421.00
Analista mecánico	40	25	1,000.00	20	25	500
Planner	0.5	15	7.5	0.5	15	7.5
			<b>4,598.50</b>			<b>2,928.50</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede apreciar el costo total de las actividades clave del proceso de gestión de proyectos antes y después de la mejora, esto nos permite realizar una estimación de los costos de estas actividades para 9 proyectos de ingeniería que en promedio se ejecutan en un semestre.

Tabla 53: Resumen de costo total por proceso

<b>PROCESO</b>	<b>COSTO ANTES MEJORA (S/)</b>	<b>COSTO DESPUÉS MEJORA (S/)</b>	<b>BENEFICIO ECONÓMICO (S/)</b>
PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	3,545.00	2,602.50	
GENERACIÓN DE PROPUESTAS	1,825.00	1,225.00	
ELABORACIÓN INFORMES Y PLANOS	4,598.50	2,928.50	
<b>COSTO TOTAL DE ACTIVIDADES</b>	<b>9,968.50</b>	<b>6,756.00</b>	
<b>ESTIMACIÓN DE COSTO PARA 1 SEMESTRE - 9 PROYECTOS PROMEDIO</b>			
<b>COSTO TOTAL DE ACTIVIDADES</b>	89,716.50	60,804.00	<b>28,912.50</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestra el beneficio económico estimado de s/28,912.50 obtenido en un semestre, en virtud a la reducción de costos, por la mejora de los tiempos de operación de las actividades claves del proceso de gestión de proyectos logrado al aplicar las herramientas Lean.

Finalmente, podemos realizar la estimación del beneficio/costo de la propuesta de aplicación del Lean Service, dividiendo el beneficio económico obtenido, entre el costo asociado a la aplicación de la mejora.

$$B/C = S/28,912.50 / S/18,051.00 = 1.60$$

Por lo tanto, el resultado obtenido es de 1.60, lo cual indica que por cada S/1.00 invertido en la propuesta de mejora para la empresa, se obtendrá un beneficio de s/1.60 soles.

## CONCLUSIONES

1. En esta tesis se determinó que la aplicación de Lean Service mejora la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros, a través de sus herramientas como el Kanban, AMEF y Andon Control Visual, logrando incrementar el “índice de desempeño de cronograma” (SPI), reducir el “% de entregables no conformes” por el cliente y mejorar el “% de aceptación” de las herramientas utilizadas para el seguimiento y control de proyectos de las partes interesadas.
2. Se determinó que la aplicación del Kanban mejora el índice de desempeño del cronograma de proyectos en una empresa de servicios mineros; mediante la aplicación de la herramienta se logró mejorar el “índice de desempeño del cronograma” (SPI) de 0.84 a 0.96, lo cual representa un aumento de un 14.29%; por lo cual se empezaron a cumplir los plazos, en los tiempos establecidos en el cronograma del proyecto, a mayor grado, implicando, además, que el cliente tenga una mejor confianza, respecto de los tiempos de entrega establecidos para cada proyecto en las ordenes de servicio.
3. Se determinó que la aplicación del AMEF reduce la cantidad de entregables no conformes de proyectos en una empresa de servicios mineros; mediante la aplicación de la herramienta se logró reducir el “% de entregables no conformes” por el cliente de 57.44% a 18.58%, que representa una disminución de un 67.65%; por lo que se empezaron a emitir un mayor número de entregables en Revisión 0, siendo estos aprobados por el cliente, reflejando así, la calidad óptima de los informes y planos entregados.
4. Se determinó que la aplicación del Andon Control Visual mejora el seguimiento y control de proyectos en una empresa de servicios mineros; mediante la aplicación de la herramienta se incrementó el “% de aceptación” de las herramientas utilizadas en el proceso de seguimiento y control de proyectos de 45.33% a 75.33%, lo cual representa un aumento del 66.18%; por lo que las partes interesadas tienen mayor aceptación por las herramientas utilizadas en el seguimiento y control de proyectos, cumpliendo con sus expectativas y necesidades de tener un mejor control en el monitoreo de múltiples proyectos.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el conocimiento del Lean Service y sus herramientas como el Kanban, AMEF y Andon Control Visual para eliminar desperdicios, mejorar procesos y generar valor dentro de las empresas de servicios, dado que, no solamente pueden ser aplicados a procesos de manufactura; asimismo se sugiere utilizar el conocimiento a detalle de otras herramientas Lean aplicables a empresas de servicios para optimizar sus procesos y lograr competitividad.
2. Al desarrollar en las empresas de servicios el modelo Kanban y las reuniones ordinarias, realizarlo dentro de un marco del Lean Corner, el cual integra además de los tableros de gestión visual y las reuniones periódicas, encuentros de los equipos de trabajo para difundir las metas y objetivos de la compañía, así como de su grado de consecución, fomentando el compromiso y el sentido de pertenencia al grupo.
3. Evaluar los resultados en el tiempo, de los planes de acción recomendados y descritos en el AMEF, con la finalidad de mejorarlos, proponer nuevos planes, establecer controles que sean más efectivos y evitar la ocurrencia de no conformidades en el desarrollo de los entregables de cada proyecto, buscando la mejora continua y seguir mejorando los indicadores de las operaciones.
4. Fomentar el uso de la gestión visual (Andon) en las áreas de trabajo, a través de diversos elementos como pizarras, afiches, tarjetas, etc.; incluso utilizar medios informáticos para hacer extensivo su utilización, todo ello con la finalidad de agilizar las operaciones, reduciendo desperdicios de tiempo, material y transporte.
5. Seguir investigando y aplicando la Filosofía Lean en sus variantes Lean Manufacturing, Lean Service, Lean Design, Lean Commerce, Lean Logistics, Lean Maintenance y Lean Accounting en organizaciones de servicios y manufactura, y en todas las áreas de la organización, ya que se ha demostrado los grandes y múltiples beneficios en la mejora continua de procesos.

## REFERENCIAS

- Arango, F., & Rojas, M. (2018). Una revisión crítica a Lean Service. *Espacios*, 39(7), 9.
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (Quinta ed.). Venezuela: Editorial Episteme.
- Arias, J. (2020). *Proyecto de tesis: guía para la elaboración*. Arequipa: Biblioteca Nacional del Perú.
- Asencio, M. (2020). *Modelo lean service en la mejora de la satisfacción del cliente del área de Riesgos Humanos en Marsh Rehder S.A.* Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú.
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Azcapotzalco, México: Grupo Editorial Patria.
- Behar, D. (2008). *Introducción a la metodología de la investigación*. Colombia: Editorial Shalom.
- Benalcázar, A. (2021). *Propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia de los procesos productivos en la empresa "Tejidos Parwall"*. (Tesis de pregrado), Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. (2020). *Mejora continua de los procesos. Herramientas y técnicas*. Lima, Perú: Fondo Editorial.
- Cabezas, E., Andrade, D., & Torres, J. (2018). *Introducción a la Metodología de Investigación Científica*. Sangolquí, Ecuador: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Carrera, C., Manobanda, W., Castro, D., & Vallejo, H. (2019). *Mejoramiento continuo de procesos de calidad*. Guayaquil, Ecuador: Ediciones Grupo Compas.
- Cortes, M., & Iglesias, M. (2004). *Generalidades sobre metodología de la investigación* (Primera ed.). Ciudad del Carmen, México: Universidad Autónoma del Carmen .
- Díaz, L. (2021). *Propuesta de mejora del servicio de hospedaje en el hotel Maracaos utilizando Lean Service*. Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia.
- Donoso, C. (2021). *Modelo de Negocio para la Creación de una Empresa de Consultoría Minera*. (Tesis de maestría), Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.

- Dos Reyes, H., & Ernani, G. (2015). Filosofía Lean y sus aplicaciones en el servicio. *Producción*, 25(3), 529-541.
- Escobar, W., & Ocampo, N. (2018). *Propuesta de aplicación de herramientas Lean Service para el mejoramiento en el servicio de laboratorio clínico para una IPS ubicada en Guadalajara de Buga*. Universidad del Valle, Valle, Colombia.
- Gupta, S., Sharma, M., & Sunder, V. (2016). Lean Service: a systematic review. *International Journal of productivity and performance management*, 65(8), 1025-1056.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas en implantación*. Madrid, España: Fundación EOI.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 9(17), 51-53. doi:<https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2003). *Fundamentos de Marketing*. México: Pearson Educación.
- Lledó, P., Cucchi, D., Esquembre, J., Mercau, R., & Rivarola, G. (2006). *Administración lean de proyectos: eficiencia en la gestión de múltiples proyectos*. México: Editorial Pearson.
- López, A., Gonzáles, I., & Saenz, A. (2015). Lean Service: reevaluación de Lean Manufacturing para el servicio. *Science Direct*(132), 23-30.
- Matos, M. (2018). *Sistema de gestión de proyectos de construcción basado en la filosofía lean y en el PMBOK para mejorar su productividad*. (Tesis de pregrado), Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.
- Ministerio de Energía y Minas. (2020). *Anuario Minero*. Lima: Oficina de Imagen Institucional y Comunicaciones.
- Mor, R., Bhardwaj, A., Singh, S., & Sachdeva, A. (2019). Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing*

*Technology Management*, 30(6), 899-919. doi:<https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2017-0151>

- Muñoz, J., Zapata, C., & Medina, P. (2022). *Lean Manufacturing Modelos y herramientas*. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Obara, S., & Wilburn, D. (2012). *Toyota by Toyota: Reflections from the inside leaders on the techniques that revolutionized the industry*. New York: Productivity Press.
- Paredes, C., & Salazar, C. (2021). *Implementación de Lean Service para mejorar el proceso de construcción en una empresa de instalación de servicio de gas natural*. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Perez, G., & Morato, J. (2021). *Lean Service, management total: Liderando el futuro de las empresas*. Barcelona: Gestión 2000.
- Pérez, R. (1992). *Círculos de calidad, una herramienta en calidad total*. Bogotá, Colombia: Alas Aero Impresiones de Colombia Ltda.
- Project Management Institute. (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía PMBOK)*. Pennsylvania, Estados Unidos: Project Management Institute I.N.C.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Rivera, S. (2021). *Plan de implementación de Lean Service para mejorar la productividad del servicio de alquileres de equipos menores de construcción en la empresa Multiservicios R & G*. Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.
- Socconini, L. V. (2019). *Lean Company, más allá de la manufactura*. Barcelona, España: Marge Books.
- Tarí, J. J. (2000). *Calidad total: fuente de ventaja competitiva*. España: Universidad de Alicante. Servicio de Publicaciones.
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2007). *Conceptos y reglas del Lean Manufacturing*. México: Limusa S.A.

## ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>INDICADOR VI</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>INDICADOR VD</b>
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>General</b>				
¿En qué medida la aplicación de Lean Service mejora la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros?	Determinar en qué medida la aplicación de Lean Service mejora la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros.	Mediante la aplicación de Lean Service mejora la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros.	Lean Service		Gestión de proyectos	
<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>INDICADOR VI</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>INDICADOR VD</b>
<b>Específicos</b>	<b>Específicos</b>	<b>Específicos</b>				
¿En qué medida el Kanban mejora el índice de desempeño del cronograma de proyectos en una empresa de servicios mineros?	Determinar en qué medida el Kanban mejora el índice de desempeño del cronograma de proyectos en una empresa de servicios mineros.	Mediante la aplicación del Kanban mejora el índice de desempeño del cronograma de proyectos en una empresa de servicios mineros.	Kanban	Sí/No	Índice de desempeño del cronograma	Índice de desempeño del cronograma (SPI)
¿En qué medida el AMEF reduce la cantidad de entregables no conformes de proyectos en una empresa de servicios mineros?	Determinar en qué medida el AMEF reduce la cantidad de entregables no conformes de proyectos en una empresa de servicios mineros.	Mediante la aplicación del AMEF se reduce la cantidad de entregables no conformes de proyectos en una empresa de servicios mineros.	AMEF	Sí/No	Entregables no conformes	% Entregables no conformes
¿En qué medida el Andon Control Visual mejora el seguimiento y control de proyectos en una empresa de servicios mineros?	Determinar en qué medida el Andon Control Visual mejora el seguimiento y control de proyectos en una empresa de servicios mineros.	Mediante la aplicación del Andon Control Visual mejora el seguimiento y control de proyectos en una empresa de servicios mineros.	Andon Control Visual	Sí/No	Seguimiento y control	% Aceptación

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Matriz de operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN				
VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR	FÓRMULA	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Lean service	Si/no	Si/no	Es una filosofía para eliminar los desperdicios y variaciones en los servicios, asimismo, una metodología para detectar todos los limitantes de productividad en los procesos clave de servicios (Socconini, 2019)	Mediante la aplicación de las herramientas de mejora continua del Lean service se evaluará la implementación efectiva de la metodología.
Kanban	Si/no	Si/no	Es un dispositivo visual que controla el flujo de información y materiales, teniendo como función el controlar y mejorar los procesos (Cabrera,2012)	Mediante la medición del índice de desempeño del cronograma de proyectos se evaluará la implementación efectiva del Kanban.
AMEF	Si/no	Si/no	AmeF es una herramienta que permite identificar fallas en procesos y evaluar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de detección para evitar su ocurrencia (Socconini, 2019)	Mediante la medición del indicador del nivel de % de entregables no conformes se evaluará la implementación efectiva del AMEF
Andon Control Visual	Si/no	Si/no	Andon es una señal que incorpora elementos visuales, auditivos y de texto que sirven para notificar problemas de calidad o paradas por ciertos motivos (Benalcázar, 2021).	Mediante la medición del indicador del % de Aceptación se evaluará la implementación efectiva del Andon Control Visual.
VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Gestión de proyectos	Si/no	Si/no	Es la disciplina de utilizar principios, procedimientos y políticas establecidos para guiar exitosamente un proyecto (Project Management Institute, 2017)	Para medir la gestión de proyectos, se establecerán parámetros como el cumplimiento del cronograma, la calidad de los entregables y el monitoreo del desarrollo de los proyectos, así como los costes asociados.
Índice de desempeño del cronograma	Índice de desempeño del cronograma - SPI (semanal)	$\frac{\text{Valor ganado (EV)}}{\text{Valor planificado (PV)}}$	Es una medida del valor ganado que nos señala con qué nivel de eficiencia se está realizando el trabajo planificado. (Guía del Pmbok)	Para medir el cumplimiento de avance en los tiempos del proyecto, se obtendrán los datos del indicador comparando el valor del trabajo realizado con el costo presupuestado
Entregables no aprobados	% Entregables no conformes (mensual)	$\frac{\text{Entregables No conformes}}{\text{Total de entregables}} \times 100$	Son los informes y planos de un proyecto que no satisfacen con los requerimientos y especificaciones del usuario. Fuente: Definición propia.	Al finalizar el proyecto se hace entrega de los informes y planos al cliente, el cual aprueba o desaprueba los entregables y se evaluará el % de entregables no aprobados con respecto al total de informes entregados.
Seguimiento y Control	% Aceptación (Semestral)	$\frac{\text{Puntaje de aceptación}}{\text{Puntaje máximo}} \times 100$	Fase de la gestión de proyectos que contribuye con el desarrollo del proyecto y suministra información para realizar una correcta toma de decisiones. (Lledo,Rivarola,Mercau,Cucchi y Esquembre, 2006)	Se realiza una evaluación en base a 06 criterios para valorar la aceptación del proceso de seguimiento y control de proyectos por las partes interesadas.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Programa de capacitación

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN										
CONTENIDO DE LA CAPACITACIÓN					CRONOGRAMA DE LA CAPACITACIÓN		INSTRUCTOR	NOMBRE DEL INSTRUCTOR	No. HORAS	COBERTURA
Nombre de la capacitación	Objetivo de la capacitación	Alcance	Cargo de colaboradores participantes	Temario	Fecha Programada	Fecha de realización	Competencia del entrenador (interno o externo)	Quien realizó la Capacitación Y/O Entrenamiento (Interno o Externo)	Horas de duración de la capacitación	Número total de trabajadores programados
CAPACITACIÓN EN USO DE EQUIPOS DE VIBRACIONES	Entrenamiento en manipulación de equipos de medición de vibraciones en campo.	Personal de ingeniería de la disciplina de instrumentación y vibraciones	Ingenieros mecánicos	Lectura y seguimiento de hoja de ruta. Cuidado del dispositivo de medición. Concientización de la importancia de seguir el procedimiento. Registro fotográfico.	5ta Sem/ 6ta Sem 2022		Experto en procesamiento de datos de vibraciones	HC	6 h	5
ENTRENAMIENTO EN INSTALACIÓN DE SENSORES SG	Dar a conocer la correcta instalación de sensores SG en campo.	Personal de ingeniería de la disciplina de instrumentación y vibraciones	Ingenieros mecánicos	Pulido de superficies. Soldadura. Conexión de cables. Registro fotográfico.	7ta Sem/ 8ta Sem 2022		Experto en procesamiento de SG	RC	6 h	5
CAPACITACIÓN EN PROCEDIMIENTO DE DISEÑO SEGÚN NORMA VDI 2221	Exponer la norma VDI 2221 para realizar diseños de propuestas de solución fundamentados.	Personal de ingeniería de la disciplina estructural	Ingenieros mecánicos	Presentación de tablas del VDI. Desglose de funciones. Matriz morfológica. Evaluación de soluciones. Examen práctico 1. Examen práctico 2.	7ta Sem/ 8ta Sem 2022		Ingeniero Estructural	JA	24 h	10
ENTRENAMIENTO EN EL USO DE HERRAMIENTA PLANNER DE MICROSOFT OFFICE APLICADO AL KANBAN	Entrenar al personal en el llenado de información y manejo de los tableros kanban asignados en Planner	Personal de ingeniería y gestión de proyectos	Personal de ingeniería y gestión de proyectos	Presentación del programa. Formato específico de kanban. Pasos para el llenado de los tableros.	5ta Sem		Personal con experiencia manipulando la herramienta	JJ	2 h	20
ENTRENAMIENTO EN MANIPULACIÓN DE INFORMES EN POWER BI	Presentar a las partes interesadas del proyecto la interpretación de los reportes de seguimiento y control del proyecto.	Partes interesadas definidas en el capítulo 5 (objetivo específico 3).	Partes interesadas definidas en el capítulo 5 (objetivo específico 3).	Acceso al informe en línea mediante link. Interpretación de gráficos. Retroalimentación para mejora.	5ta Sem		Personal con experiencia manipulando la herramienta	JJ	1 h	6
CAPACITACIÓN EN LA METODOLOGÍA LEAN SERVICE	Presentar la metodología utilizada para las acciones de mejora.	Gerencia y parte administrativa	Gerente, coordinador, planner, jefes de proyecto, analista de contratos y servicios	Presentación de lean service. Presentación de las herramientas evaluadas. Presentación de las herramientas seleccionadas para la mejora.	5ta Sem		Personal con experiencia en la metodología	JJ	1 h	6

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Programa de reuniones ordinarias

PROGRAMA DE REUNIONES ORDINARIAS												
CONTENIDO DE LA REUNIÓN							LOCALIZACION	NOMBRE / CARGO DEL MODERADOR	PLAN DE ACCIÓN			DOCUMENTOS GENERADOS
Objetivo de la reunión	Agenda / Temas a tratar	Participantes	Cargo de colaboradores participantes	Horario	Horas de duración de la reunión	Periodicidad	Lugar donde se lleva a cabo la reunión	Quien lideró la reunión (Interno o Externo)	Lista de acciones a realizar	Responsable	Plazos	Codigo de informes o Actas
Definir roles y responsabilidades para los entregables intermedios y finales	Reunión inicial del proyecto	Personal asignado al proyecto	Ing. Mecánicos, ing. Civiles, proyectistas, cadistas, jefe de proyecto, coordinador de proyecto, planner de proyecto, consultor	Después del KOM con el cliente	2 h	Cada inicio de proyecto	Plataforma Microsoft Teams	Coordinador del proyecto	Revisar el alcance del proyecto. Revisar los entregables. Dividir los entregables generales. Elaborar plan de acción para la situación del problema. Enumerar posibles riesgos del proyecto. Asignar responsabilidades. Motivar al personal del proyecto.	Jefe de proyecto	1 / proyecto	Emplear acta de reunión: MAK-N° OS-ACT-001
Actualizar criterios en la elaboración de planos que no se consideraron en la última semana.	Revisión de planos	Personal de ingeniería	Proyectistas y cadistas	8 am - 8:30 am	0.5 h	Semanal (Cada viernes)	Plataforma Microsoft Teams	Cadista	Presentación de errores encontrados en planos. Presentación un tema específico de elaboración de planos. Ejm: cotas, vistas de corte, etc.		48	
Revisar avances diarios y motivar al equipo en el cumplimiento de los objetivos del proyecto	Actualización de avances de proyectos	Personal asignado al proyecto	Ing. Mecánicos, ing. Civiles, proyectistas, cadistas, jefe de proyecto, coordinador de proyecto, planner de proyecto	9 am - 9:15 am	15 min	Diario	Plataforma Microsoft Teams	Jefe del proyecto	Repaso de los entregables en ejecución. Indicar el estado del avance de sus entregables. Exponer los problemas que generan retraso. Manejar las tarjetas del tablero kanban. Colaborar con la solución.	Jefe de proyecto	300	
Comprobar que los datos tomados están completos y correctos.	Revisión de datos tomados en campo	Personal asignado al proyecto	Ing. Mecánicos, ing. Civiles, proyectistas, cadistas, jefe de proyecto	Por definir según disponibilidad de participantes	2 h	Única vez	Plataforma Microsoft Teams / Oficina campo	Jefe del proyecto	Recopilación de entregables. Revisión de hojas de ruta. Corroborar los datos necesarios.	Jefe de proyecto	1 / proyecto	
Dar conformidad a las propuestas de solución	Presentación de propuestas de solución	Jefe de proyecto / Consultor	Ing. Mecánico y/o Ing. Civil, Consultor	Por definir según disponibilidad de participantes	1 h	Única vez	Plataforma Microsoft Teams	Jefe del proyecto	Presentación del problema a resolver. Presentación de la matriz morfológica. Presentación de las peticiones del cliente. Presentación del modelo 3d final. Aprobación por parte del consultor.	Jefe de proyecto	1 / proyecto	Emplear acta de conformidad: MAK-N° OS-ACT-002 y MAK-N° OS-ACT-003
Presentar el estado del proyecto en alcance y tiempo, resolver dudas y llegar a acuerdos.	Presentación de avances al cliente	Partes interesadas del proyecto	Jefe de proyecto, planner del proyecto, coordinador del proyecto, y cliente	Por definir en KOM con el cliente.	1 h	Semanal	Plataforma Microsoft Teams	Planner del proyecto	Presentar la curva de avance del proyecto. Presentar avances de ingeniería. Presentar status de documentación. Exponer dudas y/o problemas en la ejecución del proyecto. Registrar acuerdos.	Planner del proyecto	1 vez por semana en cada proyecto	Emplear acta de reunión: MAK-N° OS-ACT-004
Revisión final previa a la reunión con el cliente. Mostrar las conclusiones y recomendaciones del proyecto	Presentación de los trabajos realizados	Personal asignado al proyecto	Ing. Mecánicos, ing. Civiles, proyectistas, cadistas, jefe de proyecto, coordinador de proyecto, planner de proyecto	Por definir según disponibilidad de participantes	2 h	Día previo a la reunión de cierre con el cliente.	Plataforma Microsoft Teams	Planner del proyecto	Presentación de los trabajos realizados, hallazgos encontrados, conclusiones y recomendaciones.	Jefe de proyecto	1 / proyecto	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5: Actas de reunión

ACTA DE REUNIÓN				
LOGO EMPRESA	“NOMBRE DEL SERVICIO”			Código: MAK- N° OS-ACT-001 Versión: 0
<b>I. ASISTENTES</b>				
1. (jefe de proyecto) _____				
2. (consultor) _____				
3. (planner) _____				
4. (integrante del proyecto) _____				
... _____				
<b>II. LECTURA ACTA ANTERIOR Y POSIBLES OBSERVACIONES A LA MISMA</b>				
a) los 5 integrantes presentados en la lista de asistentes son obligatorios b) Se tiene que elaborar una estrategia de análisis para la solución del problema que enliste las hojas de ruta de mediciones				
<b>III. ESTADO DE ENTREGABLES</b>				
N°	ENTREGABLE	RESPONSABLE: QUIÉN	% AVAN CE	ESTA DO
1				
2				
3				
4				
5				
<b>IV. COMPROMISOS ADQUIRIDOS</b>				
N°	ACTIVIDAD : QUÉ	RESPONSA BLE	FECHA	
1				
2				
3				
4				
5				
Reassign ación	Retraso			
<b>V. OBSERVACIONES</b>				
<b>VI. PRÓXIMA REUNIÓN</b>				
FEC HA	16 DI A	10 ME S	2022 AÑO	
Para constancia de lo anterior, se firma la presente acta bajo la responsabilidad expresa de los que intervienen en ella, de conformidad con las obligaciones y funciones desempeñadas por cada uno de los mismos.				

Fuente: Elaboración propia

LOGO EMPRESA	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>			Código: MAK-N° OS-ACT-004
				Versión: 0
"NOMBRE DEL SERVICIO"				
<b>1.- DATOS GENERALES</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Lugar</b>	<b>Motivo</b>	<b>Proxima Reunión</b>
16/10/2022	3:00 p. m.	Plataforma Microsoft Teams		-
<b>2.- PARTICIPANTES</b>				
<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Cargo/Área</b>		<b>Firma</b>	
<b>3.- PUNTOS A TRATAR</b>				
<b>1</b>				
<b>2</b>				
<b>3</b>				
<b>4</b>				
<b>5</b>				
<b>4.- ACUERDOS</b>				
<b>N°</b>	<b>Acuerdos</b>	<b>Responsable</b>	<b>Estado</b>	
<b>1</b>				
<b>2</b>				
<b>3</b>				
<b>4</b>				
<b>5</b>				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6: Actas de conformidad

<b>ACTA DE CONFORMIDAD DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN</b>		
LOGO EMPRES A	<b>“NOMBRE DEL SERVICIO”</b>	Código: MAK-N° OS-ACT-002 Versión: 0
<b>DIA</b>	<b>Fecha de inicio:</b>	<b>16/10/2022</b>
<b>I. ASISTENTES</b>		
<b>1. JEFE DEL PROYECTO</b>		
<b>2. PROYECTISTA</b>		
<b>3. CONSULTOR</b>		
<b>4</b>		
<b>5</b>		
<b>II. DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES Y LOS PROBLEMAS</b>		
<b>III. MATRIZ MORFOLÓGICA</b>		
<b>IV. DESCRIPCIÓN SOLUCIÓN 01</b>		
	<b>FUNCIONES</b>	
<b>V. DESCRIPCIÓN SOLUCIÓN 02</b>		
	<b>FUNCIONES</b>	
<b>VI. DESCRIPCIÓN SOLUCIÓN 03</b>		
	<b>FUNCIONES</b>	

Fuente: Elaboración propia

ACTA DE CONFORMIDAD DE MONTAJE DE SOLUCIÓN		
LOGO EMPRES A	"NOMBRE DEL SERVICIO"	Código: MAK-N° OS-ACT-003 Versión: 0
DI A	Fecha de inicio:	16/10/2022
<b>I. ASISTENTES</b>		
1. JEFE DEL PROYECTO _____		
2. CADISTA _____		
3. CONSULTOR _____		
4 _____		
5 _____		
<b>II. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIONES</b>		
<b>III. MODELO 3D COMPLETO</b>		
<b>IV. DESCRIPCIÓN UNIÓN 01</b>		
	<b>FUNCIONES/PERNOS /SOLDADURA/CARTELAS</b>	
<b>V. DESCRIPCIÓN UNIÓN 02</b>		
	<b>FUNCIONES/PERNOS /SOLDADURA/CARTELAS</b>	
<b>VI. DESCRIPCIÓN UNIÓN 03</b>		
	<b>FUNCIONES/PERNOS /SOLDADURA/CARTELAS</b>	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Listas de verificación

LISTA DE VERIFICACIÓN DE DETALLES DE MODELO 3D CHECK LIST						
LOGO EMPRESA	"NOMBRE DEL SERVICIO"					Código:MAK- CHK-001 Versión: 0
Nombre del revisor:					Estado :	
Cargo:						
Fecha:						
ETAPAS/ ACTIVIDADES	ITEM	DESCRIPCIÓN	CUMPL E	NO CUMPL E	NO APLICA	OBSERVACIONES / COMENTARIOS
<b>Elaboración de modelo 3D</b>	1	El modelo no tiene interferencias				
	2	El modelo se encuentra acotado en su totalidad				
	3	Tiene todas las cartelas y pernos				
	4	El modelo diferencia estructura antigua de estructura nueva por colores				
	5	Se usaron perfiles y elementos normalizados				
	6	Existe un procedimiento de montaje				
	7	Elementos diferentes no se encuentran fusionados				
	8	El modelo incluye pedestales y cimentación				
	9	El modelo se puede modificar automáticamente				
	10	Todos los elementos estándares tienen nombre				

Fuente: Elaboración propia.

LISTA DE VERIFICACIÓN DE CALIDAD DE INFORMES CHECK LIST						
LOGO EMPRESA	"NOMBRE DEL SERVICIO"					Código:MAK- CHK-002 Versión: 0
Nombre del revisor:						
Cargo:						
Fecha:						
ETAPAS/ ACTIVIDADES	ITEM	DESCRIPCIÓN	CUMPL E	NO CUMPLE	NO APLICA	OBSERVACIONES/ COMENTARIOS
ELABORACIÓN DE INFORMES	1	Las tablas e imágenes tienen título y descripción automático referenciable				
	2	El contenido cumple con el índice establecido en el formato MAK-INF-2021-001				
	3	La introducción tiene una presentación histórica al problema.				
	4	La introducción enumera los trabajos realizados y los principales hallazgos.				
	5	La introducción tiene las principales observaciones, conclusiones y recomendaciones.				
	6	La introducción está en un lenguaje entendible por alta general del cliente.				
	7	Cada capítulo tiene una presentación, desarrollo y finaliza exponiendo los resultados.				
	8	Se hace referencia con imágenes a los planos, modelos 3d y todo documento involucrado.				
	9	El informe contiene como mínimo 4 conclusiones y recomendaciones alineadas a los objetivos.				
	10	Los informes de procedimiento estandarizados, siguen su formato correspondiente.				

Fuente: Elaboración propia.

LISTA DE VERIFICACIÓN DE DETALLES DE PLANO CHECK LIST						
LOGO EMPRESA	"NOMBRE DEL SERVICIO"					Código:MAK- CHK-003 Versión: 0
Nombre del revisor:					Estado :	
Cargo:						
Fecha:						
ETAPAS	ITE M	DESCRIPCIÓN	CUMPL E	NO CUMPLE	NO APLICA	OBSERVACIONES / COMENTARIOS
Elaboración de planos	1	Contiene las vistas principales necesarias para acotar el plano.				
	2	Contiene las vistas de corte necesarias para acotar el plano.				
	3	Las cotas de las vistas principales delimitan correctamente la estructura.				
	4	Las cotas de las vistas de corte detallan correctamente las uniones para construcción.				
	5	Se diferencian adecuadamente la unión de la estructura nueva con la estructura existente.				
	6	El achuramiento está completo.				
	7	Se usaron las plumas estándar.				
	8	Se eliminaron todos los esquemas que no se usan en el plano.				
	9	Se eliminaron todas las plumas que no se usan en el plano.				
	10	Los colores elegidos para el plano permiten que la impresión sea fácil de visualizar.				
	11	Los detalles del cajetín están completos, incluye datos y codificación del servicio.				
	12	Se describen las especificaciones técnicas necesarias.				
	13	El plano contiene metrado donde se describe el peso de la estructura.				
	14	El plano tiene una descripción de montaje.				
	15	Las flechas y textos no interfieren con las líneas de dibujo y viceversa.				

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 8: Procedimiento de diseño de solución



Fuente: Elaboración propia

### Anexo 9: Procedimiento de difusión de hoja de ruta



Fuente: Elaboración propia

### Anexo 10: Procedimiento de elaboración de flash report



Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Instrumentos de recolección de datos

REGISTRO DE OBSERVACIÓN DE MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA

<b>Registro de observación de medición del indicador índice de desempeño del cronograma / Pre-test</b>				
Investigador:		Morales Reyes, Marco Antonio Janampa Huaccharaque, Jessenia Briggitt		
Proceso observado:		Gestión de proyectos		
Pre-Test				
N° de Obs.	Fecha	Valor Ganado	Valor planificado	Índice de desempeño del cronograma (SPI)= Valor ganado/ Valor planificado
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				

Fuente: Elaboración propia

REGISTRO DE OBSERVACIÓN DE MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA

<b>Registro de observación de medición del indicador índice de desempeño del cronograma / post test</b>				
Investigador:		Morales Reyes, Marco Antonio Janampa Huaccharaque, Jessenia Briggitt		
Proceso observado:		Gestión de proyectos		
Post-Test				
N° de Obs.	Fecha	Valor Ganado	Valor planificado	Índice de desempeño del cronograma (SPI)= Valor ganado/ Valor planificado
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				

**REGISTRO DE OBSERVACIÓN DE MEDICIÓN DEL INDICADOR % DE ENTREGABLES NO CONFORMES / PRE TEST**

<b>Registro de observación de medición del indicador % de entregables no conformes / Pre-test</b>				
Investigador:		Morales Reyes, Marco Antonio Janampa Huaccharaque, Jessenia Briggitt		
Proceso observado:		Gestión de proyectos		
Pre-Test				
N° de Obs.	Fecha	Total de entregables	Entregables no conformes	% Entregables no conformes
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

**REGISTRO DE OBSERVACIÓN DE MEDICIÓN DEL INDICADOR % DE ENTREGABLES NO CONFORMES / POST TEST**

<b>Registro de observación de medición del indicador % de entregables no conformes / Post-test</b>				
Investigador:		Morales Reyes, Marco Antonio Janampa Huaccharaque, Jessenia Briggitt		
Proceso observado:		Gestión de proyectos		
Post test				
N° de Obs.	Fecha	Total de entregables	Entregables no conformes	% Entregables no conformes
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Fuente: Elaboración propia

## FORMATO DE EVALUACIÓN DEL PROCESO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PROYECTOS

Estimado colaborador, la presente prueba tiene por objetivo evaluar el desempeño actual del proceso de seguimiento y control de proyectos de la empresa, con la finalidad de medir y posteriormente mejorar la aceptación de este proceso por las partes interesadas.

Al responder cada uno de los ítems, marcar con una "x" sólo en una de las alternativas propuestas.

1= Nunca	2= Casi nunca	3= A veces	4= Muchas veces	5= Siempre
----------	---------------	------------	-----------------	------------

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PROYECTOS								
	Evaluador(a):					Cargo:		
	Area:							
	Calificación actual:		Calificación :			Fecha:		
ITEM A EVALUAR	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	CALIFICACIÓN					PUNTUACIÓN PARCIAL	OBSERVACIONES
		1	2	3	4	5		
Fiabilidad	¿El porcentaje que se brinda del avance de los entregables está debidamente fundamentado?							
	¿El estatus de los entregables se encuentran actualizados?							
Específica	¿Los reportes de cada entregable abarcan todos los proyectos?							
	¿El estatus de los entregables se encuentra detallado?							
Alcance y Relevancia	¿Se brinda información relevante del avance de los entregables a todas las partes interesadas?							
	¿La información del avance de los entregables que se emite es fácilmente interpretada por las partes interesadas?							
Practicidad	¿La información del avance de los entregables se puede recolectar rápidamente?							
	¿La información que se emite del avance de los entregables se puede contrastar de distintas fuentes?							
Novedad tecnológica	¿Se tiene un rápido procesamiento de la información recolectada del avance de los entregables?							
	¿el proceso permite generar nuevos reportes rápidamente, para la toma de decisiones?							
PUNTUACIÓN TOTAL								

Fuente: Elaboración propia

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor : Dr. Ing. Juan Gómez Meza  
Presente

Asunto : Validación de instrumentos por juicio de experto

Nos es grato dirigirnos a usted y expresarle nuestro cordial saludo, asimismo hacer de su conocimiento que requerimos validar cuatro instrumentos de medición que usaremos en el desarrollo de un trabajo de investigación y, por tanto, por intermedio del presente tenemos el honor de solicitarle muy respetuosamente lo siguiente:

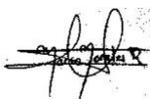
Que estando los suscritos desarrollando el Trabajo de investigación denominado “Propuesta de aplicación de Lean Service para mejorar la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros”, motivo por el cual solicitamos su apoyo como experto, para la validación del instrumento que servirá para la recolección de datos relacionados a nuestro estudio, para lo cual adjuntamos al presente los siguientes documentos:

1. Carta de presentación
2. Tabla de evaluación de instrumento por experto
3. Matriz de consistencia
4. Instrumentos de investigación:
  - Guía de observación de medición del indicador índice de desempeño del cronograma/ Pre prueba
  - Guía de observación de medición del indicador índice de desempeño del cronograma/ Post prueba
  - Guía de observación de medición del indicador % de entregables no conformes / Pre prueba.
  - Guía de observación de medición del indicador % de entregables no conformes / Post prueba.

Manifestando nuestra más sincera consideración y agradeciendo por anticipado su colaboración como experto en la materia, nos despedimos de Ud.

Santiago de Surco, 17 de octubre del  
2022

Atentamente.



Bach. Marco A. Morales Reyes



Bach. Jessenia B. Janampa Huaccharaque

## TABLA DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS POR EXPERTOS

Tesis: Propuesta de Aplicación de Lean Service para mejorar la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros.

Autores del instrumento : Bach. Marco Antonio Morales Reyes  
Bach. Jessenia Briggit Janampa Huaccharaque.

Requerimiento para : Optar el grado de Ingeniero Industrial.

Indicaciones : Señor (a) especialista, por favor marcar con un aspa (x), de acuerdo a su riguroso análisis y vasta experiencia profesional.

Instrumento : Escala

La escala de calificación es la siguiente

5=Muy aceptable	4=Aceptable	3=Regular	2=Baja	1=Deficiente
-----------------	-------------	-----------	--------	--------------

### ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Indicador	Criterios	Puntuación				
		1	2	3	4	5
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y facilita su comprensión.				X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.				X	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.				X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.				X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.				X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.				X	
PUNTAJE					24	

PUNTUACIÓN: De 5 a 10: No válida, reformular.  
De 15 a 19: Válida, mejorar.

De 11 a 14: No válida, modificar.  
De 20 a 30: Válida, aplicar.

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Válida, aplicar  
PROMEDIO DE VALORACIÓN: 24

: Factible su aplicación: SI

### OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

Apellidos y nombres del experto: Juan Gómez Meza	
Grado Académico: Doctor Ingeniero	
Cargo o institución donde labora: Docente Facultad Ingeniería URP.	

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor : Mg. Rivera Lynch Cesar Armando  
Presente

Asunto : Validación de instrumento por juicio de experto

Nos es grato dirigirnos a usted y expresarle nuestro cordial saludo, asimismo hacer de su conocimiento que requerimos validar un instrumento de medición que usaremos en el desarrollo de un trabajo de investigación y, por tanto, por intermedio del presente tenemos el honor de solicitarle muy respetuosamente lo siguiente:

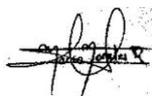
Que estando los suscritos desarrollando el Trabajo de investigación denominado “Propuesta de aplicación de Lean Service para mejorar la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros”, motivo por el cual solicitamos su apoyo como experto, para la validación del instrumento que servirá para la recolección de datos relacionados a nuestro estudio, para lo cual adjuntamos al presente los siguientes documentos:

1. Carta de presentación
2. Tabla de evaluación de instrumento por experto
3. Matriz de consistencia
4. Instrumentos de investigación (Escala)

Manifestando nuestra más sincera consideración y agradeciendo por anticipado su colaboración como experto en la materia, nos despedimos de Ud.

Santiago de Surco, 17 de agosto del  
2022

Atentamente.



---

Bach. Marco A. Morales Reyes  
Huaccharaque



---

Bach. Jessenia B. Janampa

TABLA DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS POR EXPERTOS

Tesis: Propuesta de Aplicación de Lean Service para mejorar la gestión de proyectos en una empresa de servicios mineros.

Autores del instrumento : Bach. Marco Antonio Morales Reyes  
Bach. Jessenia Briggitt Janampa Huaccharaque.

Requerimiento para : Optar el grado de Ingeniero Industrial.

Indicaciones : Señor (a) especialista, por favor marcar con un aspa (x), de acuerdo a su riguroso análisis y vasta experiencia profesional.

Instrumento : Escala

La escala de calificación es la siguiente

5=Muy aceptable	4=Aceptable	3=Regular	2=Baja	1=Deficiente
-----------------	-------------	-----------	--------	--------------

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Indicador	Criterios	Puntuación				
		1	2	3	4	5
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y facilita su comprensión.					x
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.				x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.				x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.					x
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.					x
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.					x
PUNTAJE					8	28

PUNTUACIÓN: De 5 a 10: No válida, reformular. De 11 a 14: No válida, modificar.  
De 15 a 19: Válida, mejorar. De 20 a 30: Válida, aplicar.

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Favorable : Factible su aplicación: si  
PROMEDIO DE VALORACIÓN: 28

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES Este Instrumento es Escala.

Apellidos y nombres del experto: Cesar Armando Rivera Lynch	
Grado Académico: Magister	
Cargo o institución donde labora: Docente Facultad Ingeniería URP.	

Anexo 12:Permiso de la empresa



Lima, 29 de septiembre de 2022

Por la presente, autorizamos a la srta. Jessenia Briggit Janampa Huaccharaque a fin de que pueda utilizar los datos, figuras, o fotografías de la empresa para la elaboración de su tesis.

Sin otro particular, me despido

Atentamente,  
Martin Sullcapuma Martinez

.....  
Coordinador de Gestión de Proyectos